



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**Escuela Nacional de Estudios Superiores,
Unidad Morelia**

**LICENCIATURA EN CIENCIAS
AMBIENTALES**

**IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA
DEMANDA ECONÓMICA EN LA
PRODUCCIÓN DEL
DURAZNO EN MÉXICO DE 1980-2019**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADA EN CIENCIAS AMBIENTALES

P R E S E N T A

DIANA CATALINA DOMÍNGUEZ ÁVILA

DIRECTOR DE TESIS: DR. GUILLERMO MURRAY TORTAROLO

MORELIA, MICHOACÁN

NOVIEMBRE, 2022



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**LICENCIATURA EN CIENCIAS
AMBIENTALES**

Escuela Nacional de Estudios Superiores,
Unidad Morelia

IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA
DEMANDA ECONÓMICA EN LA
PRODUCCIÓN DEL
DURAZNO EN MÉXICO DE 1980-2019

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADA EN CIENCIAS AMBIENTALES

P R E S E N T A

DIANA CATALINA DOMÍNGUEZ ÁVILA

DIRECTOR DE TESIS: DR. GUILLERMO MURRAY TORTAROLO

MORELIA, MICHOACÁN

NOVIEMBRE, 2022



ESCUELA
NACIONAL
DE ESTUDIOS
SUPERIORES
mm
UNIDAD MORELIA

10
años
(2011-2021)

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES UNIDAD MORELIA
SECRETARÍA GENERAL
SERVICIOS ESCOLARES

MTRA. IVONNE RAMÍREZ WENCE

DIRECTORA

DIRECCIÓN GENERAL DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR

PRESENTE

Por medio de la presente me permito informar a usted que en la **sesión ordinaria 06** del **Comité Académico** de la **Licenciatura en Ciencias Ambientales** de la Escuela Nacional de Estudios Superiores (ENES) Unidad Morelia celebrada el día **13 de junio de 2022**, se acordó poner a su consideración el siguiente jurado para la presentación del Trabajo Profesional de la alumna **Diana Catalina Domínguez Ávila** de la Licenciatura en **Ciencias Ambientales**, con número de cuenta **312274885**, con el trabajo titulado: **"Impacto del Cambio Climático y la Demanda Económica en la Producción del Durazno en México de 1980-2019"**, bajo la dirección como tutor del **Dr. Guillermo Nicolás Murray Tortarolo**.

El jurado queda integrado de la siguiente manera:

Presidente:	Dr. John Larsen
Vocal:	Dr. Ignacio Torres García
Secretario:	Dr. Guillermo Nicolás Murray Tortarolo
Suplente:	Dr. Pablo Fabián Jaramillo López
Suplente:	Dra. Alma Virgen Mendoza Ponce

Sin otro particular, quedo de usted.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Morelia, Michoacán a 10 de noviembre de 2022.

DRA. YUNUEN TAPIA TORRES
SECRETARIA GENERAL

CAMPUS MORELIA

Antigua Carretera a Pátzcuaro N° 8701, Col. Ex Hacienda de San José de la Huerta
58190, Morelia, Michoacán, México. Tel: (443)689.3500 y (55)5623.7300, Extensión Red UNAM: 80614
www.enesmorelia.unam.mx

AGRADECIMIENTOS INSTITUCIONALES

Expreso mi profunda gratitud al Dr. Guillermo Murray -asesor de mi proyecto-, por su guía, su paciencia, y por confiar en mí y en los proyectos que hemos trabajado.

Agradezco la ayuda y las perspectivas de mis sinodales -A. Mendoza, P. Jaramillo, I. Torres y J. Larsen- que me obligaron a repensar mis ideas y mejorar este trabajo.

Así mismo agradezco haber sido parte de los proyectos PAPIIT IA200420 y PAPIIT IA200722, y a la UNAM, gracias a los que fue posible realizar y concluir este trabajo.

AGRADECIMIENTOS PERSONALES

Agradezco enormemente a mi familia inmediata, que siempre me apoyó -de diversas maneras- para seguir adelante, desde el principio hasta el final de la carrera. Doy las gracias por sus consejos y apapachos tanto virtuales como presenciales.

Deseo dar las gracias a Karla -razón inicial por la que concluí mi licenciatura con este laboratorio- y a Esperanza, que me motivaron e inspiraron a continuar con su propia dedicación y esfuerzo.

Así también agradezco a David, que me ha acompañado desde el inicio de este proceso, y que me ha impulsado a seguirme superando continuamente. Que me ha inspirado por medio de sus propios logros y con su forma de ser y de ver la vida.

Finalmente, le doy las gracias a mis amigxs, a lxs que están y lxs que no están en la misma ciudad que yo, y a lxs que llegaron más recientemente a mi vida, y que conforman otro de los pilares esenciales de mi existencia.

Les amo.

ÍNDICE

RESUMEN	4
I. INTRODUCCIÓN	6
¿Qué es el clima?	6
1.1 ¿Cómo está cambiando el clima debido a las acciones humanas?	6
1.1.1 Cambios climáticos en el récord paleo	6
1.1.2 Cambio climático actual en comparación a los pasados (magnitud vs tasa)	7
1.1.3 Motores del cambio climático (sol, albedo y GEI)	8
1.1.4 GEI: causas del aumento en sus concentraciones	9
1.2 Escenarios futuros	11
1.3 Impactos potenciales del cambio climático	13
1.3.1 Agricultura y ganadería	13
1.3.2 Ecosistemas	13
1.3.3 Bosques	14
1.3.4 Agua	15
1.4 ¿Cómo afecta el cambio climático a la producción de alimentos?	16
1.5 México y los impactos de cambios climáticos extremos en la producción de alimentos	17
La producción de durazno en México: generalidades, mercado e impactos del clima	19
2.1 Generalidades	19
2.2 Mercado	21
2.3 Estado actual del durazno en México: riesgos y oportunidades	23
Pregunta de Investigación	23
Objetivo General	23
4.1 Objetivos particulares	24
II. MÉTODOS	24
Revisión bibliográfica	24
Elaboración de un modelo teórico	24
Obtención de datos	24
Manejo de datos	25
III. RESULTADOS	27
Perspectivas generales de la producción de durazno en México	27
1.1 Promedios nacionales para el periodo de 1980 a 2019	27
1.2 Distribución de la producción por estados	28
1.3 Producción de durazno por variedad	29
Producción	30
Clima y rendimiento	32
3.1 Descripción general del clima (tendencias y extremos) durante esos 40 años (1980-2019)	32
3.2 Relación entre el rendimiento del durazno de riego y el clima	35
3.3 Relación entre el rendimiento del durazno a través de agricultura de temporal y las variables climáticas	36
	4

Precio Medio Rural y área cultivada	37
4.1 Precio Medio Rural del durazno de 1980 a 2019, considerando la inflación en México	37
4.2 Área cultivada y cosechada	38
4.3 Relación entre PMR (tomando en cuenta la inflación en México) y el área cultivada y cosechada de durazno por medio de agricultura de riego	39
4.4 Relación entre PMR (tomando en cuenta la inflación en México) y el área cultivada y cosechada por medio de agricultura de temporal	40
IV. DISCUSIÓN	41
Generalidades de la producción y el rendimiento	41
Impacto de la variación climática	41
Impacto de la demanda económica sobre la producción	42
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	46
VI. REFERENCIAS	46
VII. ANEXOS	53

RESUMEN

La presente tesis evalúa la variación en la producción del cultivo del durazno en México del año 1980 al 2019, analizando sus motores climáticos y económicos. Esto se logró mediante una breve revisión bibliográfica, y la obtención, el manejo y el análisis de datos anuales relacionados con la producción, el rendimiento, el precio medio rural (PMR) y el área cultivada de este cultivo por medio de la agricultura de riego y la de temporal. Estas variables productivas se relacionaron con cuatro variables climáticas -temperatura máxima, temperatura promedio, precipitación y heladas anuales-. Se estudió el impacto y la relación que han tenido la variación de los eventos climáticos y la demanda económica sobre la producción y el rendimiento de este fruto. Se hizo énfasis en la necesidad de reconocer a la producción de los cultivos en México como parte de un sistema complejo, y que está compuesto de distintas variables y enfoques.

Los resultados obtenidos muestran la correlación existente entre las variables económicas del cultivo de durazno en México de la agricultura de riego y la agricultura de temporal, y las variables climáticas ya mencionadas. Se relacionaron los rendimientos del durazno cultivado con agricultura de riego y de temporal con la temperatura, precipitación y heladas, y al precio con el área cultivada y cosechada. Aquí obtuvimos resultados inesperados, particularmente para la producción por medio de agricultura de temporal, resultado muy posiblemente de no considerar otras variables.

Como cierre se presentan tres modelos para un análisis de la producción individual de cultivos en México, un modelo general, un modelo para la agricultura de riego, uno para la agricultura de temporal, aplicados para este caso en particular, en relación con la variabilidad climática y la económica.

ABSTRACT

The present thesis makes an analysis and evaluation related to the production of peach in Mexico, from 1980 to 2019, analyzing its climatic and economic motors. This was achieved by briefly revising bibliography, and by obtaining, managing, and studying data related to the production, yield, average rural price, and cultivated area of the crop by irrigation and seasonal agriculture. These variables were then compared with four climatic variables -maximum temperature, average temperature, precipitation, and frozen days- per

year-. I studied the impact and relationship among the climatic variability, the production of peach and its yield. I show that the production of this crop in Mexico is a part of a complex system.

The results obtained show us the existing correlation between the peach production and irrigated and rainfed management, and the climatic variables. We related the yield obtained by irrigation and seasonal agricultures with the temperature, precipitation and the frozen days, the price was related with the cultivated and harvested areas. We obtained unexpected results, especially for seasonal agriculture production.

As a closure, I present a general model to analyze individual crop productions from Mexico, and two models for this particular case one for irrigation management and one for the results obtained for rainfed agriculture relating to the climatic and economical variability.

I. INTRODUCCIÓN

1. ¿Qué es el clima?

El clima es la descripción estadística de la media y la variabilidad con la que se presentan los parámetros meteorológicos (IPCC, 2013) como: temperatura, precipitación, viento, presión, nubosidad y humedad (Hartmann, 2016), en un periodo largo de tiempo. Según la Organización Meteorológica Mundial, para calcular los valores promedio de cada parámetro, deben considerarse los valores observados en un periodo mínimo de 30 años, obteniendo además de las medias, los valores de frecuencia, la magnitud, la persistencia y la tendencia de estos parámetros meteorológicos (IPCC, 2013). Además de los parámetros climáticos, el clima de cada región depende también de las variables como latitud, altitud y de la relación con cuerpos de agua y montañas (Hartmann, 2016). La relevancia del conocimiento sobre el clima y su variabilidad está en la influencia que éste tiene sobre algunos de los sistemas de abastecimiento de comida, agua y energía. Dichos sistemas han sido optimizados con base en el clima promedio de cada región y pueden verse vulnerables ante variaciones climáticas que pueden causar dificultades humanas. La sequía, por ejemplo, es una condición climática que puede ser extrema y que puede tener impactos en la salud humana y la producción de alimentos (Magaña Rueda y Gay García, 2002).

1.1 ¿Cómo está cambiando el clima debido a las acciones humanas?

La Convención del Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC, por sus siglas en inglés), define al cambio climático actual como “un cambio del clima que es atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera global, y que supera la variabilidad climática en periodos de tiempo comparables” (Pielke, 2004).

1.1.1 Cambios climáticos en el récord paleo

La segunda década del siglo XXI fue la más caliente de la historia del planeta desde el siglo XIX (OMM, 2021). La temperatura en los últimos 800 mil años ha variado en más o menos 4 grados centígrados (Pettit et al., 1999) y del 2015 al 2021 han sido los años más calurosos

registrados desde 1850 (OMM, 2021). El último mínimo climático fue hace 21 mil años durante el último glacial máximo, donde la temperatura global era 4 grados menor a la actual (Pettit et al., 1999). ¿Y qué pasa con los siglos o milenios pasados? ¿Qué tan inusuales son las temperaturas modernas? Es claro que la Tierra se ha calentado significativamente desde el siglo XIX. Múltiples estudios paleoclimáticos indican que los años recientes son los más calientes de al menos los últimos mil años (NOAA, 2021). La actividad humana es la causa principal de los cambios climáticos en la escala que lo estamos viviendo, y se sabe que el calentamiento del planeta se debe a la concentración de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera (IPCC, 2013). Este incremento de los GEI en las últimas décadas coincide con el aumento en las emisiones de combustibles fósiles.

El récord paleoclimático nos aporta evidencia importante sobre los cambios de temperatura y cómo éstos han acompañado a los cambios en la concentración de CO₂ en los últimos miles de años, cuando los niveles eran distintos (NOAA, 2021). Muchos cambios en los niveles del mar, los glaciares, y patrones alterados en los ecosistemas se observan a lo largo del tiempo a la par que va modificándose la temperatura. El récord geológico revela que el clima ha diferido radicalmente comparado al actual a lo largo de su historia. Su estudio nos ha otorgado entendimiento sobre las causas del cambio climático (Meko, 1991). Asimismo, ha sido posible utilizar modelos del clima para calcular las condiciones tanto del pasado como del futuro. Este récord ha contribuido enormemente a nuestro entendimiento de las variaciones a largo plazo del cambio climático (CC) (NOAA, 2021).

1.1.2 Cambio climático actual en comparación a los pasados (magnitud vs tasa)

El calentamiento global derivado de la actividad humana ha alcanzado aproximadamente 1° C más que en la época preindustrial, aumentando unos 0.2 °C cada década, aunque hay regiones en las que para 2015 ya se sobrepasaban los 1.5 °C sobre la época preindustrial (IPCC, 2021). Esto significa, en términos generales, que el incremento es exponencial, es decir, cada año el porcentaje aumenta. Los mayores cambios en el pasado han ocurrido a lo largo de periodos más largos (millones a cientos de millones de años). Los procesos que han llevado a estos cambios a largo plazo tienen que ver con modificaciones en la distribución de continentes y océanos, la formación de montañas, y variaciones en el nivel del mar (Meko, 1991). Por lo tanto, el calentamiento actual es posiblemente el más rápido en toda la historia del planeta.

1.1.3 Motores del cambio climático (sol, albedo y GEI)

La temperatura global está determinada por tres grandes elementos: la incidencia de la radiación solar, el albedo terrestre y la concentración de gases de efecto invernadero.

La radiación solar es un término general usado para la radiación electromagnética emitida por el Sol. Al pasar por la atmósfera, es absorbida, dispersada y reflejada por las moléculas de aire, vapor de agua, las nubes, el polvo, los contaminantes, los incendios forestales y los volcanes (EERE, 2021). La relación entre la radiación y la temperatura es descrita en 1884 por la ley de Stefan-Boltzmann; ella nos dice que la energía emitida por un cuerpo es proporcional a una constante, multiplicada por la temperatura a la cuarta potencia. (Murray-Tortarolo, 2018). Esto nos comprueba que nuestro planeta se va a calentar por la radiación proveniente del Sol. Conociendo la temperatura solar, el radio de nuestro planeta y la distancia entre ambos cuerpos, podemos computar la temperatura global de la superficie terrestre. Aunque en la ley se considera a la Tierra como un cuerpo negro -que absorbe y refleja toda la radiación que le llega-, pero esto no pasa así en realidad. El presupuesto de radiación se modifica por su albedo y por la composición química de la atmósfera, particularmente por la concentración de GEI (Stephens et al., 1981; Forster et al., 2007; Stephens et al., 2012).

El albedo del planeta es la fracción de luz incidente desde el Sol, que es reflejada de vuelta hacia el espacio por la Tierra. La luz que no se refleja, es absorbida por la atmósfera y por la superficie y provee energía para la atmósfera y el océano, manteniendo el clima más estable y haciendo al planeta habitable (Twomey, 1974). Tanto la disminución como el aumento del albedo, por más insignificante, perjudica al planeta enfriándolo o calentándolo.

El efecto invernadero ayuda al planeta a conservar parte del calor que se perdería en el espacio, gracias a la habilidad para capturarlo de los gases presentes en la atmósfera. Al estar la Tierra bañada en radiación del Sol -que calienta al planeta y provee energía-, de ondas cortas y largas. La radiación de onda corta se refleja de regreso al espacio por las nubes y superficies brillantes, aunque mucho de ella llega al suelo, lo calienta y emite radiación de calor. La onda infrarroja -onda larga- no escapa directamente al espacio y es absorbida en gran parte por gases y nubes en la atmósfera, que se calienta y emite radiación hacia el espacio y a la superficie terrestre (Zhong y Haigh, 2013).

1.1.4 GEI: causas del aumento en sus concentraciones

Desde la era industrial, las actividades humanas han aumentado la cantidad de GEI en la atmósfera, principalmente por la quema de combustibles fósiles y por la disminución de bosques en el planeta. Como consecuencia, la temperatura global ha aumentado de manera lineal en el último siglo, en al menos 0.8 °C (IPCC, 2021).

Los principales GEI son el dióxido de carbono (CO₂), el vapor de agua (H₂O), el metano (CH₄), el óxido nitroso (N₂O), y el ozono (O₃) y los clorofluorocarbonos (CFC) (INECC, 2021). Para 2016, emitimos a nivel mundial alrededor de 50 mil millones de toneladas de CO₂e anuales. Esto es más de 40% más alto que las emisiones en 1990 -que eran alrededor de 35 mil millones de toneladas- (INECC, 2021).

La acumulación atmosférica del CO₂ principalmente viene de la quema de combustibles fósiles, de los impactos por deforestación, del cambio de uso de suelo para la agricultura y de la degradación de los suelos. La respuesta a largo plazo de esta concentración depende de los procesos que controlan el almacenamiento de CO₂ en el océano profundo y en la biomasa forestal y en la materia orgánica del suelo (Watson et al., 1991).

Desde 1750 -entrando en la era industrial-, comenzó a verse la estrecha relación entre el uso del carbón -y posteriormente de combustibles fósiles, gas natural- con fines de producción e innovación tecnológica, con el incremento de CO₂ en la atmósfera y de la contaminación global. La concentración de CO₂ en la Tierra se ha incrementado de aproximadamente 277 ppm en 1750 a 410 ppm en el 2019 -o un 48% de aumento- (Global Carbon Project, 2020). En los últimos cien años, las emisiones de CO₂ han aumentado un 2.7% por año, y el ritmo ha aumentado; entre el 2000 y el 2007 las emisiones aumentaron 3.5% (Anderson, 2012). La figura 1, nos describe gráficamente el promedio de la concentración de CO₂, que desde antes de los 60s hasta nuestros tiempos ha continuado en crecimiento la tendencia del carbono atmosférico (Global Carbon Project, 2020).

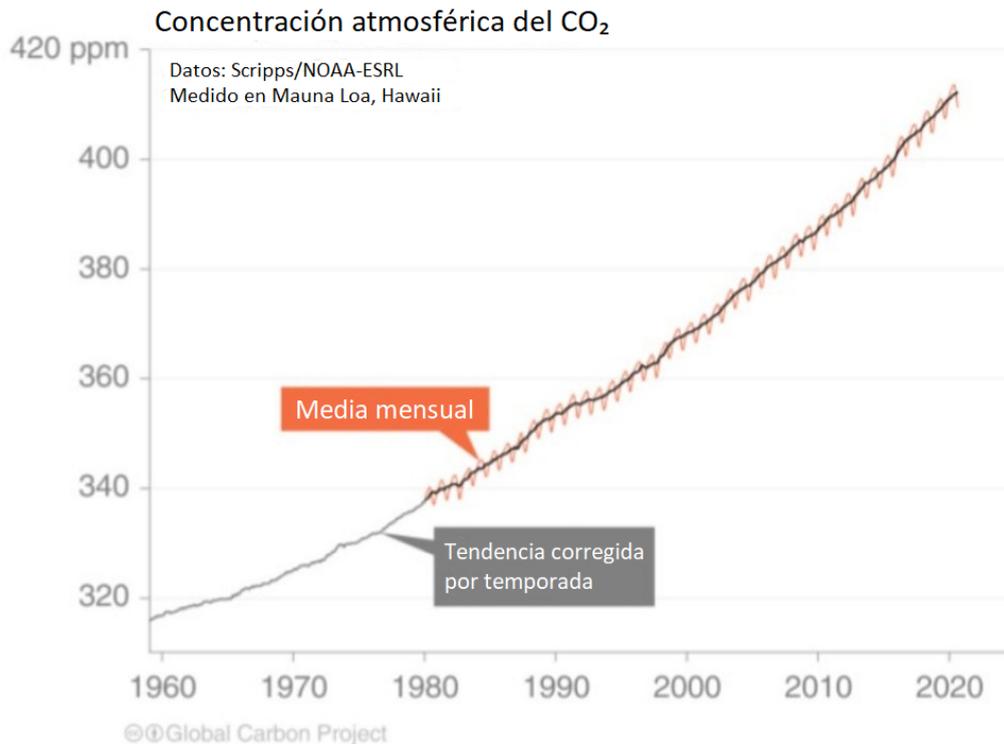


Figura 1: Concentración atmosférica del CO₂, traducción propia al español (Global Carbon Project, 2020)

La mayor fuente de las emisiones de CH₄ es la ganadería -1/4 del total-, seguido del sector energético -por combustión de carbón, petróleo, gas natural y biocombustibles- (IEA, 2020). Su concentración es 2.5 veces mayor a los niveles preindustriales y continúa incrementando. Aunque el CH₄ permanece en la atmósfera menos tiempo que el CO₂ -12 años- absorbe mucha más energía. Las estimaciones más recientes sugieren que las emisiones globales anuales rondan los 570 Mt -las de origen natural conforman el 40%- (Sauniois et al., 2016).

El N₂O surge de actividades agrícolas -como en el uso de fertilizantes para la producción de alimentos-, la quema de combustibles, de la industria, la deforestación, de los desechos y de la quema de biomasa. El N₂O es 300 veces más potencial de calentamiento que el CO₂, y permanece en la atmósfera por más de 100 años (UEA, 2020). Ha habido un aumento del 20% en comparación a niveles preindustriales -de 270 ppm en 1750 a 331 ppm en 2018- teniendo el crecimiento más rápido observado en los últimos 50 años causado por actividades antrópicas (Tian et al., 2020). En las siguientes décadas se espera que continúe aumentando como resultado de la creciente demanda por comida, pienso, fibra y energía, además del incremento de desechos y procesos industriales (Tian et al., 2020).

El O₃ -troposférico- es considerado un contaminante del aire por sus efectos en la salud humana y el ambiente y es el componente principal del smog. Esto ocurre cuando los contaminantes emitidos por automóviles, plantas de energía, calderas industriales, refinerías, plantas químicas, y otras fuentes reaccionan con la luz solar; por lo que es más probable que sea más dañino en días cálidos y soleados en ambientes urbanos. Puede ser transportado por largas distancias por el viento, por lo que las áreas rurales también llegan a tener estos altos niveles (EPA, 2021). En general, se dice que en Europa se duplicaron los niveles de este gas de finales del siglo XIX a mediados del XX, y a partir de 1998 se nota una disminución en general (Logan et al., 2012); además en distintas regiones de Asia se ha notado un incremento en general (Oltmans et al., 2013).

Los clorofluorocarbonos o CFC son químicos que eran principalmente usados para refrigeración en aires acondicionados, refrigeradores caseros y congeladores, en aparatos electrónicos, como solventes industriales, y hasta 1978 formaban parte de los productos en aerosol (EPA, 1980). En los 90s, se buscó descontinuarlos -y que fueran reciclados-, ya que generan gran daño a la capa de ozono que nos protege de los rayos UV, que son capaces de destruir más de 10,000 moléculas de ozono (EPA, 1992), causando así el hoyo de la estratosfera que aún continúa cerrándose.

Los gases fluorados vienen de procesos industriales, de la refrigeración y del uso de ciertos productos de consumo. Estos entraron como sustitutos de las sustancias dañinas para la capa de ozono -como los CFC- y sus emisiones han ido en aumento desde los 90s (EPA, 2021). Estos gases tienen un efecto de calentamiento hasta 23 mil veces mayor que el de CO₂, con emisiones que continúan en aumento (European Commission, 2021) y con una permanencia larga en la atmósfera -que va de los 270 hasta 50,000 años según el tipo de gas (EPA, 2021). Globalmente, desde 1991 ha habido un incremento de los gases fluorados, y existen proyecciones del 2005 hasta el 2050 que prevén que la tendencia seguirá en aumento (EGU, 2016).

1.2 Escenarios futuros

Según la ciencia, nuestro mundo probablemente continuará calentándose en este siglo y más adelante. Esta conclusión está basada en el entendimiento de cómo funciona el sistema climático y en modelos de computadora diseñados para simular el clima de la Tierra. Los

resultados de un amplio rango de simulaciones sugieren que la temperatura promedio anual del planeta podría aumentar entre 1.1 y 5.4 °C para el 2100 (NOAA, 2012).

La cantidad exacta de calentamiento que ocurrirá en este siglo depende enormemente de las decisiones energéticas que hagamos ahora y en las próximas décadas, particularmente porque ellas influyen directamente en la velocidad a la que se incrementan los GEI. Además, de la incertidumbre sobre estas elecciones, existen detalles que no conocemos sobre cómo el clima responderá a los aumentos continuos de GEI a escalas de tiempo mayores.

El Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) en su Quinto Informe (2014) definió 4 escenarios de emisión, llamadas Trayectorias de Concentración Representativas (RCP por sus siglas en inglés), que nos ayudan a entender cómo podría cambiar el clima en el futuro, y saber cómo se podría comportar (NCCARF). Anteriormente, se han generado escenarios en los llamados Reportes Especiales en Escenarios de Emisiones (SRES por sus siglas en inglés), que incluyen circunstancias socioeconómicas. Los SRES también toman en cuenta la fuerza radioactiva (IPCC, 2014). En la figura 2 se puede observar la tendencia que seguiría cada escenario según el nivel de emisiones de GEI que existan.

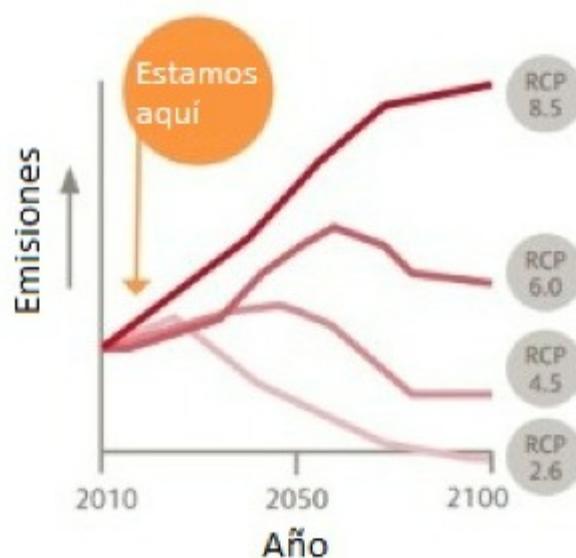


Figura 2: Proyecciones de los distintos RCP para el 2100 según el nivel de emisiones (NCCARF).

A escala global, los efectos que menciona el IPCC son de un calentamiento adicional, de una concentración mayor de CO₂ en la atmósfera para el 2100 -como consecuencia de las

emisiones acumuladas del siglo XX-, y cambios en todos los componentes del sistema climático (IPCC, 2014). Para el Sexto Informe que recientemente brindó el IPCC, se dice que en 2019 las concentraciones de CO₂ fueron mayores que en cualquier otro año en por lo menos dos millones de años (IPCC, 2022).

1.3 Impactos potenciales del cambio climático

Los distintos y variados impactos del CC en distintos niveles y esferas de organización biológica apuntan hacia un futuro impredecible. De la clasificación que hace la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés) de los sectores que son impactados por el CC, son relevantes para esta investigación los siguientes:

1.3.1 Agricultura y ganadería

Para los agricultores, los aumentos en la temperatura y el CO₂ podrían significar un incremento en la frecuencia y la severidad de las sequías e inundaciones, amenazando la seguridad alimentaria. A la vez, se volvería cada vez más difícil cultivar y producir alimentos -debido a las distintas demandas de agua y de nutrientes de cada cultivo-, la cría de animales e incluso la pesca de las mismas formas y en los mismos lugares que hemos hecho hasta ahora (EPA, 2016).

El CO₂ en grandes cantidades está asociado con la reducción en proteínas y minerales esenciales en la mayoría de las especies de plantas, incluyendo al trigo, la soja y al arroz. Esto ocasiona una reducción en la calidad de los alimentos, tanto para el ganado de pastoreo, como para la salud humana -que también se ve afectada por plagas que continúan aumentando su resistencia por la sobreutilización de pesticidas- (EPA, 2016).

Las sequías representan un reto, y aunque existen zonas que podrían aumentar la irrigación, a la vez se propiciaría la escasez de agua en otras partes, exacerbarían la disminución de las reservas. Además, muchas arvenses, plagas y hongos sobreviven mejor cuando hay temperaturas más cálidas, húmedas y con más CO₂. Estas especies compiten con los cultivos por agua, luz y nutrientes, causando problemas a los cultivos no expuestos con anterioridad a estas especies (EPA, 2016).

1.3.2 Ecosistemas

La reducción en la diversidad genética de los cultivos, la disminución de la producción pesquera por la reducción en el tamaño de los animales, y el decremento en la producción de

frutas por el incremento del calor en invierno amenazan a la seguridad alimentaria. Los cambios en la distribución de vectores de enfermedades junto con el surgimiento de patógenos y plagas son una amenaza directa a la salud humana y a los cultivos, los bosques, y recursos ganaderos (Scheffers, 2016). La humanidad depende de ecosistemas funcionales, para obtener gran variedad de bienes y servicios. Entender los efectos del CC en los procesos ecológicos resulta indispensable para adaptarnos y mitigar su influencia en la biodiversidad y los servicios ecosistémicos (Scheffers, 2016).

En los distintos ecosistemas, el CC ha obligado a ciertas especies a migrar a altitudes mayores o zonas de elevaciones mayores, en donde las temperaturas resultan más adecuadas para su supervivencia (EPA, 2016).

Para muchas especies, el clima en el que viven la mayoría del año influye también en las etapas claves de su ciclo anual -migración, florecimiento, reproducción, alimentación y aumento de plagas-. Si el invierno se acorta, los tiempos de estos eventos van cambiando. Las especies difieren en su habilidad para ajustarse a las asincronías que pudieran presentarse, aumentando la vulnerabilidad en ellas y el ecosistema (EPA, 2016). El IPCC estima que entre 20-30% de las especies evaluadas en estudios sobre el CC, están en riesgo de extinción si las temperaturas alcanzan las proyecciones a ocurrir para el final de este siglo (IPCC, 2014).

Las especies de plantas y animales se han ido moviendo a elevaciones más altas en las últimas décadas, a un ritmo aproximado de 0.011 km por década, y a altitudes de más de 16.9 km por década (EPA, 2016). Esto significa una expansión de territorio para algunas especies, pero para otras es estar en un hábitat menos hospitalario, con competencia elevada, o reducción de su territorio, con algunas teniendo ningún lugar al que ir porque ya se encuentran en un límite de tierra adecuada para su hábitat; esto lleva a extinciones locales de plantas y animales (EPA, 2016). Asimismo, los distintos tipos de vegetación, al moverse, van reduciendo el hábitat para especies particulares de su ecosistema. Lo anterior, puede ocasionar daños en la cadena alimenticia, afectando a un amplio rango de organismos (EPA, 2016).

1.3.3 Bosques

Los bosques del mundo influyen en el clima a través de procesos físicos, químicos y biológicos que afectan la energía, el ciclo hidrológico, los ciclos biogeoquímicos y la composición atmosférica. Estas interacciones complejas y no-lineales bosque-atmósfera pueden ayudar a reducir o amplificar el CC. La reforestación y la deforestación tropical,

templada y boreal, atenúan el calentamiento global a través del secuestro de carbono (Bonan, 2016).

Los bosques están bajo mucha presión del CC (EPA, 2016); su crecimiento y su productividad se ven afectados directa e indirectamente (EPA, 2016). Se verán cambios en la temperatura, las lluvias, y el clima. Particularmente, las sequías generan una reducción en la capacidad de los árboles de producir savia (EPA, 2016), por lo que habría un aumento de incendios. Su savia también los protege de plagas, por lo que ellas y las especies invasoras resultarían beneficiadas (EPA, 2016).

Con el aumento del CO₂, el crecimiento de las plantas se verá modificado, los rangos geográficos de algunas especies se encontrarían en riesgo local o regional -con peligro de extinguirse- al desaparecer las condiciones ideales para su subsistencia, así provocando eventualmente que existan cambios de bosques (EPA, 2016). Muchos bienes y servicios ecosistémicos o ambientales obtenidos de los bosques se afectarán, siendo ellos los procesos que conservan la fertilidad de los suelos, controlan la erosión, mitigan sequías e inundaciones, purifican el agua y el aire, contribuyen a la estabilidad del clima y proveen de bienes extractivos como agua, alimentos, madera, leña y productos medicinales, por mencionar sólo algunos (Rendón et al., 2014).

1.3.4 Agua

El aumento de la variabilidad climática alterará los recursos hidrológicos y añadirá presión en la disponibilidad en el futuro -especialmente en algunas partes del mundo- (Mukheibir, 2010).

Los impactos del CC en el agua incluyen cambios en la precipitación, aumento en el nivel del mar, el uso del suelo y cambios en las poblaciones como consecuencia de éstos (Frederick y Major, 1997). Las sequías e inundaciones, por ejemplo, reducen la calidad del agua y ocasionan daños a las infraestructuras que se utilizan para transportarla (EPA, 2016).

Al haber un aumento en su demanda y de la competencia por los recursos hídricos, se continuarán disminuyendo las reservas de agua. La demanda de agua para irrigación es particularmente sensible a los cambios en la precipitación, la temperatura y niveles de CO₂ (Frederick y Major, 1997).

El sector primario de la agricultura es responsable de contaminar el agua con nitrato, fósforo, pesticidas, sedimentos, sal y patógenos ligados a actividades de cultivo y ganado (Parris, 2011). Esto está asociado con dificultades para remover contaminantes de las fuentes

disponibles de agua, causando daño a ecosistemas en ríos, lagos y mares, y a la pesca comercial (Parris, 2011).

1.4 ¿Cómo afecta el cambio climático a la producción de alimentos?

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO por sus siglas en inglés), definió a la seguridad alimentaria como “una situación que existe cuando toda la gente, todo el tiempo, tiene acceso físico, social, y económico a comida suficiente, segura, y nutritiva, que comprenda las necesidades de su dieta y preferencias para una vida sana y activa”. Esto comprende 4 dimensiones de las reservas de alimento: *disponibilidad, estabilidad, acceso y uso* (Schmidhuber y Tubiello, 2007).

Alimentar entre nueve y diez mil millones de habitantes para el 2050 representa un enorme reto, y el cambio climático jugaría un papel importante en su contra, afectando a la disponibilidad y la variabilidad en plazos cortos de tiempo (Thornton et al., 2007). Las variaciones en el clima afectarán al uso del suelo y a su cubierta de diversas formas -producto de las interacciones ambiente-socioeconómicas-, lo que definirá la vulnerabilidad y resiliencia de cada sistema productivo (Thornton et al., 2007).

A escalas regionales, el impacto potencial es menos claro, pero posiblemente la variabilidad y los cambios en el clima puedan exacerbar la inseguridad alimentaria en áreas que de por sí ya eran vulnerables al hambre y a la desnutrición. A la par, los ingresos de los hogares e individuales, y el uso de la comida se verán afectados por la pérdida de acceso a agua potable y daños a la salud (Wheeler y Braun, 2013). La evidencia apoya la necesidad de inversión considerable en estrategias de adaptación y mitigación hacia un sistema alimentario que trabaje con el clima que sea más resiliente a las influencias del cambio climático en la seguridad alimentaria (Wheeler y Braun, 2013).

Los GEI posiblemente afecten a los cultivos de maneras distintas de una región a otra, dependiendo de factores como la latitud y los rangos de clima (Parry et al., 1999). El cambio climático afecta a la agricultura y a la producción de alimentos de maneras complejas. Afecta la producción directamente a través de cambios en las condiciones agroecológicas e indirectamente al crecimiento y distribución de las ganancias, y así la demanda del producto. Los impactos se han cuantificado en numerosos estudios y bajo distintas asunciones. Los

cambios en la temperatura y la precipitación asociados con las emisiones continuas de GEI traerán cambios en la capacidad de la tierra y cultivos (Parry et al., 1999).

Según los posibles escenarios planteados por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2013), la temperatura de la superficie global promedio está proyectada a aumentar entre 1.8 °C y 4 °C para el 2100. Este incremento en el calentamiento traería consigo un aumento en la frecuencia de eventos extremos -olas de calor, sequías, lluvias intensas, inundaciones, tormentas- menor productividad e incremento de la mortalidad del ganado, aumento y mayor resistencia de las plagas, disminución de la humedad del suelo y, por lo tanto, una pérdida de disponibilidad de áreas de cultivo (Schmidhuber y Tubiello, 2007). A su vez, el aumento de la concentración de dióxido de carbono (CO₂) -que el IPCC estima aumentará más del doble para el 2100- podría disminuir los valores nutricionales de los productos, como en los cereales y cultivos forrajeros en donde se notan menores concentraciones de proteína bajo mayores niveles de CO₂ (Schmidhuber y Tubiello, 2007).

Se ha estimado que a causa del CC y las sequías asociadas, la pérdida agropecuaria a nivel mundial podría ser de entre 10 y 20% para el 2050 (Jones y Thornton, 2003).

1.5 México y los impactos de cambios climáticos extremos en la producción de alimentos

México es considerado un país vulnerable al cambio climático debido a su variedad de microclimas que aumentan la incidencia de eventos climáticos -huracanes, ciclones, tormentas, inundaciones- además de la presencia de las temperaturas extremas en diversas partes del territorio (Delgado, et al., 2010). Un fenómeno determinante del clima en nuestro país es El Niño/Oscilación del Sur (ENOS) (Landa, et al., 2008), que llega a provocar eventos climáticos como sequías e inundaciones, que son un tema recurrente en la mayor parte del territorio (Murray-Tortarolo & Jaramillo, 2019).

Los eventos climáticos extremos son una de las mayores fuentes de riesgo para nuestro sistema de producción de alimentos, y con ello para el bienestar humano (Lipper et al., 2014). Los efectos de estas condiciones se observan principalmente en la producción de alimentos y en los segmentos más pobres de la población (Murray Tortarolo et al. 2018). Así, la vulnerabilidad de la población a cambios extremos del clima es elevada; la sequía y la

presencia de lluvia destacan por su influencia en el sector agrícola, y particularmente para la agricultura de temporal que depende de la precipitación (Méndez González et al., 2008).

El agua es primordial para el manejo y el control de actividades agrícolas, pecuarias y forestales (Méndez González, et al., 2008). La falta de lluvias, las temperaturas altas y la evaporación que provocan pérdida de humedad, se conoce como *sequía agrícola* (Esparza, 2014), que es la que se produce cuando no hay suficiente humedad en el suelo para permitir el desarrollo de un determinado cultivo en cualquiera de sus fases de crecimiento (Valiente, 2001). Particularmente, por su terreno árido y semiárido con pocas lluvias, México es vulnerable a la sequía agrícola (Esparza, 2014), siendo determinante la lluvia para el éxito de las cosechas (Granados Ramírez, et al., 2008). El sector agrícola es mayormente resentido por la sequía (Delgado et al., 2010), y por su duración e intensidad también puede tener severas repercusiones, como pérdidas económicas (Contreras Servín, 2005), bajas en el rendimiento de cultivos -a nivel nacional y global- y disminución en las poblaciones ganaderas. En 2011, la sequía que azotó a México trajo consigo una pérdida de 3-4% del PIB nacional, la muerte de un millón de reses y una baja del 30% en la producción de maíz de temporal. Además de la pérdida de cultivos y ganado, la sequía también nos lleva a la pérdida de empleos (Esparza, 2014); y por estas razones el sector agropecuario debe convertirse en un tema prioritario ante la mitigación de los efectos de la sequía por parte de instituciones gubernamentales (Magaña Rueda & Neri, 2012).

Desde el 2012, en latitudes altas del país, se esperaba un incremento en la precipitación; en latitudes medias y zonas subtropicales se espera una disminución en la precipitación y el escurrimiento, ocasionando condiciones de escasez hídrica (Martínez-Austria & Patiño-Gómez, 2012). Se espera que la precipitación disminuya en un promedio de 15.2%, afectando principalmente estados ubicados al sureste del país (Martínez-Austria & Patiño-Gómez, 2012). De ser así, la producción de los principales granos se verá reducida entre 10-30%, con valores regionales de caídas de hasta 60% (como es el caso del maíz en México). Esto no sólo impactará el precio de los alimentos, sino que posiblemente será un motor social de abandono del campo y migración.

En la historia de México, la década de 1950 presentó condiciones de sequía extrema, evento que afectó a México y una parte del suroeste de Estados Unidos de América. El año 1977 también es considerado como uno de los años más secos del siglo pasado, considerado como catastrófico para la agricultura del país (Domínguez, 2016). Para el año 2011-2012, en

el país se presentó la segunda peor sequía y la más importante de un periodo de 70 años (Murray-Tortarolo & Jaramillo, 2019), este evento inició con un total del 12% de la superficie del país en condiciones de sequía para el mes de noviembre del 2010, que posteriormente para junio del 2011 aumentó a 86% del territorio nacional en condiciones de sequía (Ortega-Gaucin & Velasco, 2013). Este evento afectó a 4 millones de mexicanos con la insuficiencia de agua potable (Seager et al., 2014), principalmente en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas (Ortega-Gaucin & Velasco, 2013). Además se presentaron pérdidas equivalentes al 10% del PIB y el siniestro de 2.7 millones de hectáreas por sequía (Ortega-Gaucin & Velasco, 2013). Dentro de las actividades agrícolas, el cultivo de maíz ha sido el más afectado junto con la ganadería (Domínguez, 2016). En el país, por ejemplo, se presentaron pérdidas de 1.02 millones de cabezas de ganado y 0.26 millones en cabras (Murray-Tortarolo et al., 2019). La disminución en estas poblaciones se distribuía espacialmente de manera similar a la distribución espacial de la anomalía de precipitación (Murray-Tortarolo et al., 2019). Las reducciones fuertes se presentaron en las áreas más secas, ubicadas al centro y norte del país (Murray-Tortarolo et al., 2019). Dichas pérdidas agrícolas pusieron en riesgo a miles de trabajadores rurales mexicanos (Domínguez, 2016).

2. La producción de durazno en México: generalidades, mercado e impactos del clima

Uno de los productos agrícolas importantes en México es el durazno. En 2020 generó un valor de producción de \$1,792.18361 millones de MXN (SIAP, 2021), que representa 0.5% del PIB agrícola -\$392,000 millones de MXN (INEGI, 2021)-. Su producción en el país está posicionada dentro de las 20 más grandes a nivel mundial, lo que (SADER, 2019).

Su

2.1 Generalidades

El durazno (*Prunus persica L. Batsch*), es una planta caducifolia de la familia de las Rosáceas originaria del Centro-Norte de China, su apreciado fruto es una drupa de gran tamaño. Gracias a los persas y sus viajes comerciales, este fruto fue llegando poco a poco a Europa y finalmente, en 1600 fueron traídos a México huesos de durazno por exploradores españoles para poder comenzar su producción en América (SAGARPA, 2018). Presenta mucha firmeza, característica principal de las variedades para la industria, y en condiciones de temperatura ambiente tiene una vida en poscosecha de 8 a 12 días (SAGARPA, 2018).

Los árboles se cultivan en zonas templadas y no resisten mucho frío: sufren a temperaturas inferiores a 15°C (Martínez, 2012). Si están floreciendo en primavera y el termómetro baja a menos 3°C, sufren daños graves (Martínez, 2012). Sin embargo, la falta de bajas temperaturas puede ser también un problema: requieren de 400 a 800 horas de frío (Martínez, 2012). Necesitan mucha luz solar, aunque el tronco resulta afectado con el sol excesivo. Los árboles se podan de manera que se cuide este factor (Martínez, 2012). Pueden crecer en cualquier tipo de suelo, pero prefieren los suelos húmedos, profundos y sin encharcamientos (Martínez, 2012). El durazno requiere riego frecuente, sobre todo en épocas de mucho calor (Martínez, 2012).

Los árboles se cultivan y se multiplican principalmente por injerto, aunque también es posible sembrar la semilla que está al interior del fruto (Martínez, 2012). La cosecha llega cuando los frutos cambian de color, y algunas personas utilizan una guía de colores para determinar la madurez de cada cultivar (Martínez, 2012). La madurez máxima ocurre cuando la fruta es firme y puede manejarse sin daños por magullamiento. La recolección suele ser manual (Martínez, 2012).

La obtención de variedades de floración temprana, media y tardía ha permitido ampliar la oferta de frutos frescos durante varios meses del año (Feippe, 2014). La comercialización del durazno tiene como limitante su corta vida postcosecha y su sensibilidad a alteraciones fisiológicas, principalmente al daño por frío o decaimiento interno de los tejidos (Feippe, 2014).

La vida poscosecha depende del manejo de la temperatura, y la vida útil máxima se obtiene cuando la fruta es almacenada aproximadamente a 0°C, y varía entre 1 y 5 semanas. El factor mayormente limitante para su vida útil es la degradación interna, la vida de poscosecha es minimizada cuando la fruta se almacena a 5°C (SAGARPA, 2018). Con el objetivo de abastecer el mercado cuando los precios son más altos, algunos productores adelantan la cosecha. Se ha demostrado para una misma variedad, que el estado de menor maduración provoca un desarrollo mayor de síntomas de daño por frío en la pulpa (Fernández Trujillo et al., 1998)

Entre las plagas más comunes del durazno se encuentran la chinche parda marmoreada (*Halyomorpha halys* Stål), dependiendo de la región también son susceptibles a las chinches hediondas y a hemípteros como el *Lygus lineolaris* Palisot de Beauvois, y a la polilla del durazno (*Grapholita molesta* Busck) (Blaaw et al., 2014).



Figura 3. Principales variedades de durazno cultivadas en México. durazno criollo, diamante, escarcha y oro (elaborada con fotografías recuperadas de Google Imágenes).

Entre las variedades de durazno que más se producen en México, se encuentran la criolla, el diamante, el escarcha y el oro (figura 3) (SIAP, 2019).

2.2 Mercado

En el 2010, México tuvo una superficie cosechada de durazno de 41,648.41 hectáreas que representó el 6.44% de la superficie agrícola nacional, y su valor de producción fue del 20.67% del total de México. Cada hectárea cultivada con frutales, fue tres veces más redituable que el promedio del resto de los cultivos (SIACON-SAGARPA, 2010). La fruticultura en México tiene relevancia económica, productiva y nutricional. La importancia nacional está en el uso de mano de obra, que emplea cuatro millones de jornales cada año (Sánchez-Toledano et al., 2019).

Para el año 2019, se sembraron poco más de 28 mil hectáreas de durazno, siendo cosechadas 25 mil hectáreas en 25 estados (SIAP, 2021). En Michoacán, Chihuahua, Zacatecas, Puebla y el Edo. de México se concentra el 70.8% de dicha producción (figura 4) (Intagri, 2020).

Según la FAO, en el año 2019 -con valores de 25,202 ha en 2019- (FAOSTAT, 2021). El rendimiento ha disminuido de 136,724 a 63,067 kg/ha en ese mismo período de tiempo

(FAOSTAT, 2021). Su producción en México ha aumentado de 190,633 toneladas en 1980 a 158,942 en 2019 (FAOSTAT, 2021).

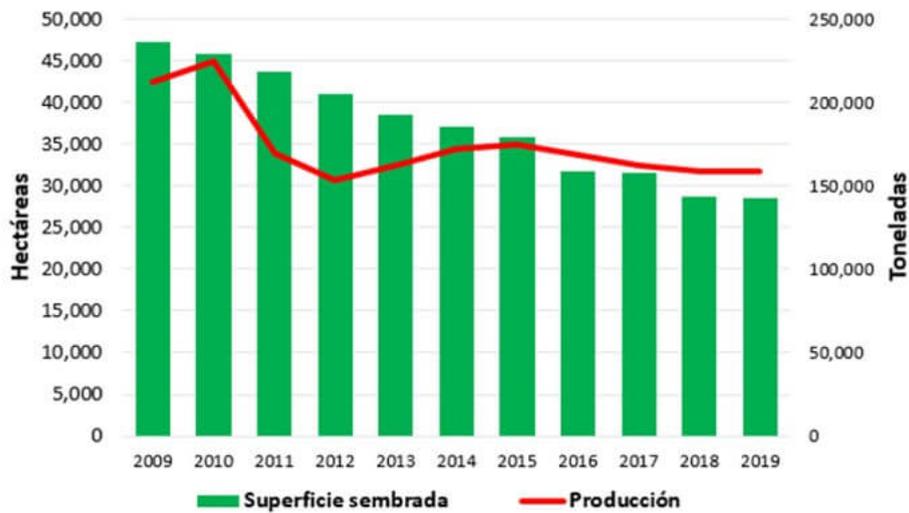


Figura 4. “Superficie cultivada y producción del cultivo de durazno en México” Intagri, 2019 (elaborada con datos del SIAP).

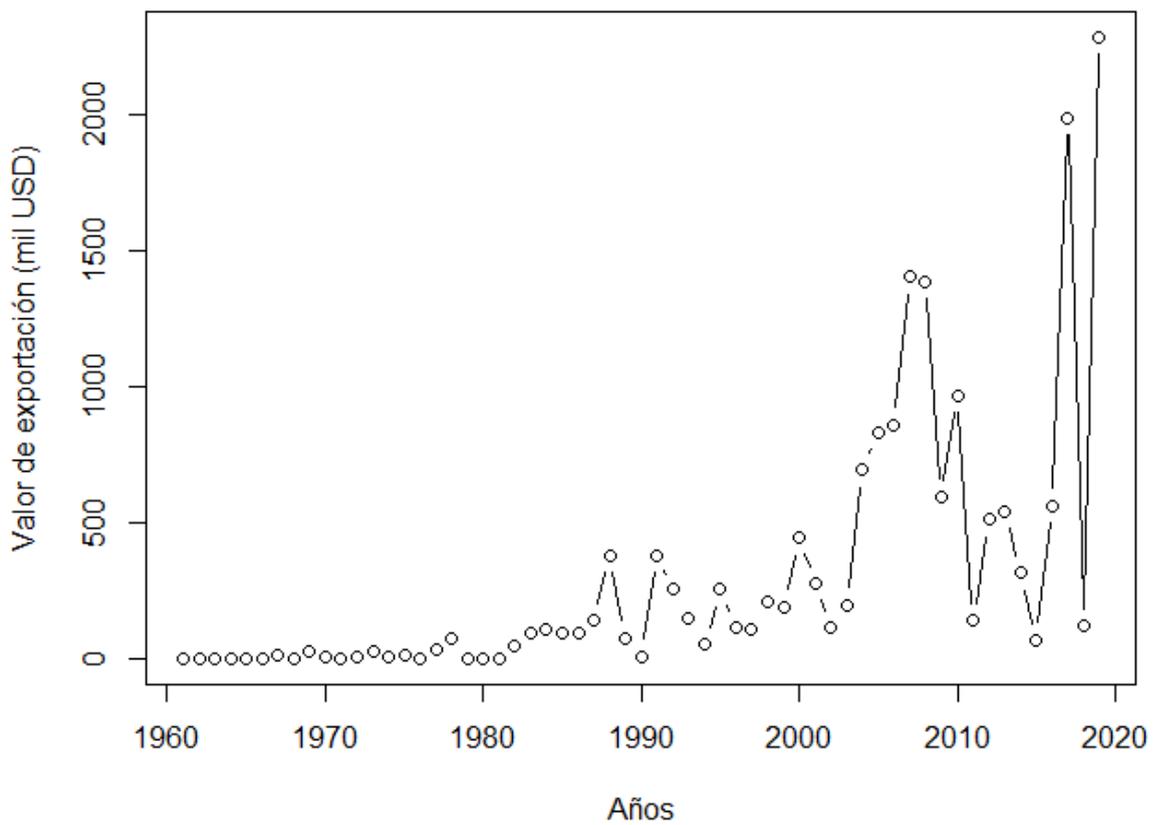


Figura 5. “Valor de exportación del durazno en México, de 1961-2019” Elaboración propia con datos de la FAOSTAT, 2021.

La demanda mundial de durazno ha aumentado de manera exponencial en los últimos 50 años. El valor de exportación del durazno pasó de ser de 39,820.80 MXN en 1961 a 45,554,997.49 MXN en el 2019 (figura 5), siendo este su valor más alto hasta ahora (FAOSTAT, 2021). Esto representa un aumento del 99.9%, y deja en claro el enorme potencial del cultivo como fuente de ingresos para el país, pensando en lo notorio que es el aumento en la demanda a nivel mundial.

2.3 Estado actual del durazno en México: riesgos y oportunidades

Para el 2019, la producción de esta fruta fue de casi 164 mil ton, lo que posicionó a México dentro de los 20 mayores productores de durazno a nivel mundial (SADER, 2019). Sin embargo, con esta producción no se cubre la demanda interna, durante la época de cosecha se genera una sobre oferta regional y una mala distribución del producto en el área nacional, dando como resultado la importación de aproximadamente el 19% de durazno para satisfacer el consumo interno (Martínez et. al., 2015).

En el 2012, México se mantuvo como líder en exportación de frutas tropicales y exóticas tales como el aguacate, mango, papaya, limones, entre otras. Sin embargo, ha habido un aumento en la dependencia a la importación creciente de frutas de clima templado, a partir de los años 80's por la baja capacidad de los productores nacionales para adaptarse a los nuevos estándares internacionales y la gran influencia de estas frutas provenientes de Estados Unidos de América (EUA) y Chile principalmente (Martínez et. al., 2015). En frutas de clima templado, México es considerado un importador neto, ya que su exportación es casi inexistente (Martínez et. al., 2015). El origen de las importaciones de estas frutas principalmente son de EUA, seguido de Chile y China (Comex, 2013).

Los principales países productores de durazno son China (53.46%), Italia (7.61%), España (6.21%), EUA (5.47%), y Grecia (3.21) que, representan el 75.96% de la producción mundial (FAOSTAT, 2013). Con relación al consumo, China (49%) ocupó el primer lugar, seguido de la UE-27 (15%), EUA (2.8%), Turquía (2%), Brasil y México con (1.2%) (Martínez et. al., 2015).

El CC podría tener un impacto negativo para el manejo y el cultivo del durazno, y la creciente demanda representa una oportunidad que exige a los agricultores seguir produciéndolo. Pese a ello, desconocemos el impacto de ambos factores en la producción, y para entender cómo podrían cambiar a futuro se deben revisar los datos disponibles sobre el fruto, en aras de brindar una visión distinta para lograr insertar mayores oportunidades.

3. Pregunta de Investigación

¿Cómo cambiaron la producción y el rendimiento del durazno en México durante 1980-2019 y qué ha generado estos cambios?

4. Objetivo General

Analizar motores climáticos (variación y extremos climáticos) y económicos de la producción, rendimiento y precio del durazno en México de 1980-2019 según su variedad.

4.1 Objetivos particulares

- a) Estudiar el impacto de la variación y extremos climáticos (temperaturas, lluvias, heladas) en la producción de durazno en México.
- b) Estudiar el impacto de la demanda del durazno en su producción en México.
- c) Evaluar los cambios en la producción de distintas variedades de durazno en función de los dos puntos anteriores.

II. MÉTODOS

1. Revisión bibliográfica

2. Elaboración de un modelo teórico

Se realizó un modelo teórico que muestra la producción de un cultivo en México, junto con las variables principales que lo afectarían, y pensado para poder usarse con otros cultivos. Este modelo plantea que la producción de los cultivos depende directamente de un motor económico -incluyendo al valor económico, la demanda, el área cultivada- y de un motor climático -integrado por el cambio climático y eventos climáticos extremos, y del rendimiento-.

3. Obtención de datos

Durazno

En la siguiente etapa se realizó la obtención de datos del cultivo a escala nacional y estatal. Se obtuvieron valores para la producción (ton), el precio medio rural (PMR) (\$/ton), el rendimiento (ton/ha), y el área cultivada y cosechada (ha) del durazno en México, desde 1980 a 2019, siendo escogidos estos años debido a la disponibilidad que presentó el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) (<https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>). Todos los datos iniciales fueron obtenidos del SIAP, y se dividieron por sistema de irrigación (riego y temporal) y por variedad de cultivo, en las mismas escalas espaciales y temporales.

Clima

También se tomaron datos climáticos del Climatic Research Unit (CRU), específicamente de la precipitación, temperatura máxima en México, de 1980 a 2019. Además se seleccionaron particularmente -por la importancia de eventos climáticos relacionados a la falta de lluvias y a los cambios de temperatura-, los años de 1987, 1998, 1999, 2009 y 2011. Los datos fueron tomados del sitio: https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/hrg/cru_ts_4.05/crucy.2103081329.v4.05/countries/

4. Manejo de datos

Se generaron tablas de datos en archivos. Las mismas funcionaron como las bases de datos, que se estructuraron correspondiendo a cada una de las variables. Cada uno de los archivos tiene una versión para agricultura de riego y una de temporal; dichos archivos resultaron en: *Durazno Riego*, *Durazno Temporal*, *Variedades de durazno cultivadas en México -que está a su vez dividida en 5 secciones: Criollo, Diamante, Escarcha, Oro, y sin clasificar-*, *Área Sembrada (Cultivada)*, *Área Cosechada*, y *Clima*.

Análisis de datos y análisis estadísticos

Para comenzar con el análisis de la información, se hizo el cálculo de las sumas anuales para la producción, y se promediaron los totales anuales de 1980 a 2019 para las secciones de rendimiento y PMR. Este procedimiento se aplicó tanto para las tablas de durazno cultivado por riego y para las de temporal, como para las variedades de durazno en riego y en temporal. Para realizar las figuras con los resultados obtenidos, se utilizó el programa estadístico R (R Core Team, 2018). Los resultados fueron divididos en *Perspectivas Generales*, *Producción*, *Clima y Rendimiento*, y *Motores Económicos*, *Precio y Área Cultivada*.

En la parte de clima y rendimiento, y con el objetivo de observar los efectos del clima sobre la cantidad de ton/ha, se obtuvieron datos climáticos de México que contemplan los últimos años, y se realizó una figura de 1980 a 2019, siendo los datos sobre la temperatura máxima (°C), la temperatura promedio (°C), las lluvias (mm/mes) y las heladas (días) en el país en el período de tiempo señalado. Se obtuvieron los datos de las variables climáticas, y se obtuvieron sus promedios para estos años.

Para el rendimiento, se tomaron y aplicaron los datos de 1980 a 2019 de las toneladas cosechadas por hectárea en cada estado mexicano, y se observó su evolución temporal. Se obtuvo también el rendimiento total de cada año, y de ello un promedio para todo el periodo estudiado. Para el rendimiento se realizó una figura que incluye su evolución a lo largo de estos años por agricultura de riego y de temporal.

Para comparar ambas secciones -clima y rendimiento-, se realizaron relaciones -regresiones lineales- entre el rendimiento del durazno en México de 1980 a 2019 por medio de agricultura de riego y el clima, y entre el rendimiento del durazno mexicano por agricultura de temporal y el clima.

En la sección de los motores económicos, precio y área cultivada, se hicieron figuras

de regresión lineal abarcando el periodo de 1980 a 2019, empezando por la del PMR que nos habla del costo que ha existido para los agricultores, anualmente y en cada estado por tonelada de durazno. De igual manera, fue necesario considerar la inflación del peso mexicano dentro de este periodo, por lo que, se obtuvieron datos del INEGI para realizar una figura que contemplara estos cambios de 1980 a 2019.

El área cultivada, incluyó el total anual de hectáreas cultivadas y cosechadas por tipo de sistema de irrigación. Además, se realizaron dos regresiones lineales (área cultivadas vs área cosechada vs PMR) por cada tipo de irrigación (riego y temporal) para ver si había una relación entre la superficie agrícola del durazno y algún tipo de irrigación con el PMR.

III. RESULTADOS

1. Perspectivas generales de la producción de durazno en México

1.1 Promedios nacionales para el periodo de 1980 a 2019

El promedio del PMR para el durazno, considerando la inflación que hubo en ese período de tiempo, fue de \$11,865.08 /ton para riego y de \$10,414.79/ton para temporal; dando un promedio para toda la serie de \$/ton. No obstante, el valor promedio muestra una gran variación en el tiempo, con una desviación estándar de $\pm 2,274.09$ /ton para agricultura de riego, y $\pm 2,338.56$ /ton para temporal (Tabla 1).

El área cultivada promedio del periodo fue de 34,198 hectáreas, siendo 11,653 ha de riego y 29,023 de temporal. Sus desviaciones resultaron de $\pm 3,112$ hectáreas para riego y $\pm 6,195$ para temporal. El área cosechada acumuló 34,198 ha, con 9,490 de agricultura de riego y 24,708 mediante agricultura de temporal. En las desviaciones, en riego $\pm 2,079$ y temporal $\pm 5,964$. Así, el porcentaje de área perdida resultó de un 18% para el durazno de riego, y de 14.86% para el de temporal (Tabla 1).

Durante 1980-2019 el total de la producción nacional de durazno fue de 164,487 ton. De esta cantidad se produjeron, mediante agricultura de riego un promedio anual nacional de 73,275 ton, y con agricultura de temporal 91,212 ton. Las desviaciones fueron de $\pm 17,525$ ton para riego, y $\pm 16,402$ ton para temporal (Tabla 1).

En estos 40 años, el rendimiento de la agricultura de riego fue de 7.83 ton/ha, y de la de temporal 3.91 ton/ha. La desviación estándar para riego fue de ± 1.61 ton/ha, y para temporal fue de ± 1.07 ton/ha (Tabla 1).

Tabla 1. Tabla general de promedios, desviaciones estándar y totales del precio, rendimiento, producción, área cultivada, cosechada y perdida, del durazno en México de 1980 a 2019

	PMR (\$/ton)	Rendimiento (ton/ha)	Producción (ton)	Área Cultivada (ha)	Área Cosechada (ha)	Área perdida (%)
Promedio Riego	11,865.08 $\pm 2,274.09$	7.83725 ± 1.614431689	73,275 (44%) $\pm 17,525$	11,653 (34%) $\pm 3,112$	9,490 (28%) $\pm 2,079$	18.56
Promedio Temporal	10,414.79 $\pm 2,338.56$	3.91 ± 1.0782179	91,212 (55%) $\pm 16,402$	29,023 (84%) $\pm 6,195$	24,708 (72%) $\pm 5,964$	14.86

Total		4.04	164,487	40,676	34,198	
--------------	--	------	---------	--------	--------	--

1.2 Distribución de la producción por estados

De las 70,413.11 ton que se produjeron mediante agricultura de riego en el 2019, el 79.6% lo producen 4 estados: Chihuahua (33.8%), seguido del Estado de México (26.3%), Michoacán (16.2%), Aguascalientes (9.3%); el resto de los estados representó el 20.4% del total de la producción nacional (figura 6). De las 88,528.96 ton producidas mediante agricultura de temporal en el 2019, el 72.2% lo produjeron Puebla (21.9%), Zacatecas (20.2%), Michoacán (19.2%), Chiapas (10.9%), el resto de los estados representó 27.8% del total (figura 6).

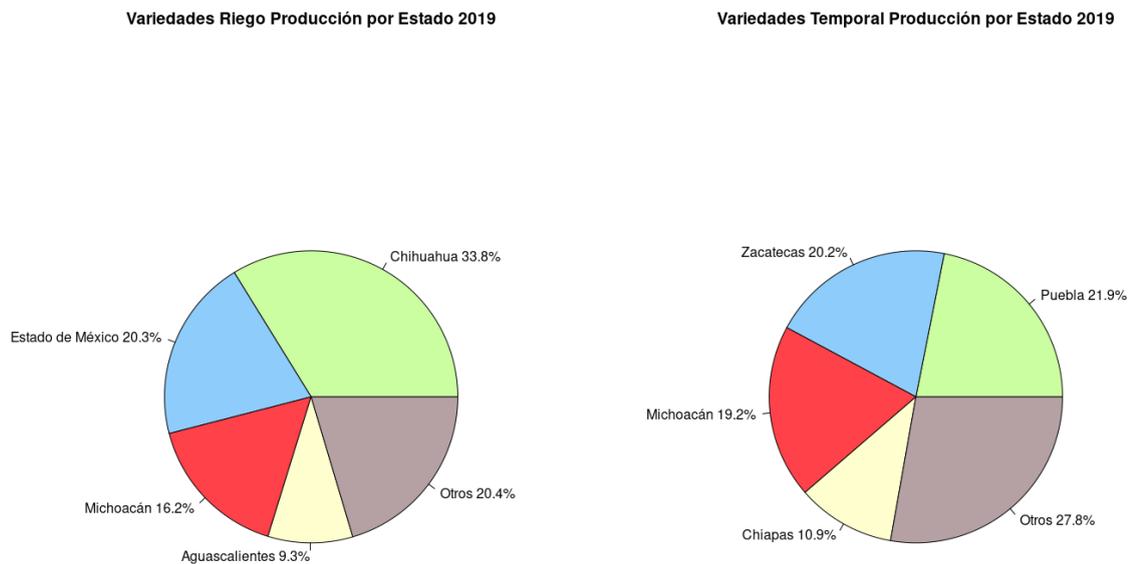


Figura 6. Producción total de variedades de durazno en México, por estado en 2019, de agricultura riego y temporal

1.3 Producción de durazno por variedad

Las variedades de durazno que se producen en México son cuatro: el criollo, el diamante, el escarcha y el oro. Mediante la agricultura de riego, el durazno diamante fue el más producido (64.4%), seguido del criollo (27.2%), el oro (8%) y el escarcha (0.4%). En la producción de agricultura de temporal, el Diamante aportó 39.8% del total, el criollo 34.3%, el oro 22.3% y el escarcha 3.5% (figura 7).

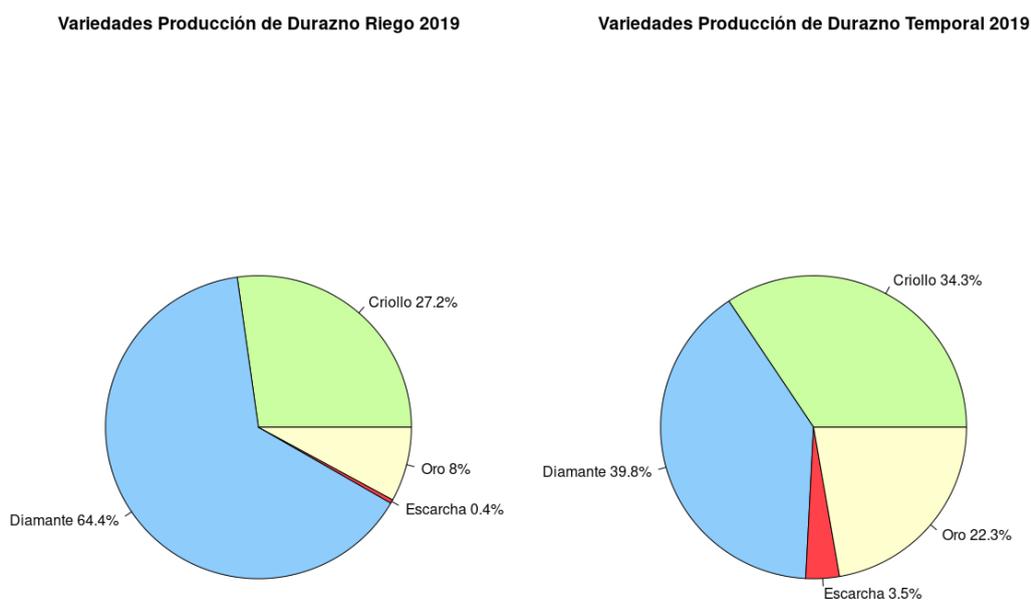


Figura 7. Producción de variedades de durazno en México mediante agricultura de riego y temporal en el año 2019

2. Producción

La producción promedio anual nacional entre 1980 y 2019, a través de agricultura de riego, es de 73,275 toneladas. En estos casi 40 años no se observa tendencia ($p=0.50$), existen años particulares con producciones más bajas o altas que el resto de los años, y se observan diferencias entre la agricultura de riego y la temporal. El año con mayor producción entre 1980 y 2019, mediante agricultura de riego, fue 1981, con 110,251.00 ton. El año con menor producción fue 1993, con 45,876.00 ton.

La producción promedio anual nacional, mediante agricultura de temporal, de 1980 a 2019, fue de 91,212.30 ton y esta muestra un aumento significativo con el tiempo ($p=0.03$). Su mayor producción fue en 2010, con 134,431.81 ton. El año con menor producción fue 1997, con 65,398.00 ton (figura 8). En el año de 2003, el durazno de riego va incrementando la producción, mientras que el de temporal decae. En los años de 1980, 1981, 1982, y 1983 el cultivo de durazno por agricultura de riego cae y el de temporal va en crecimiento. Esto ocurre de nuevo en los años de 1990, 1991, 1992 y 1993 (figura 8).

La producción máxima de durazno de riego se presentó en 1981, y coincidió con un aumento de 56.4% del área cultivada (18,229 ha) y una disminución del 7.1% del rendimiento (3.53 ton/ha). La producción mínima de durazno de agricultura de riego fue en 1993, y coincide con una disminución del 17.3% del área cultivada (9,639 ha) y una disminución del 13.1% del rendimiento (3.30 ton/ha). La producción máxima de durazno de temporal se presentó en 2010, y coincidió con un aumento de 10.12% del área cultivada (31,962 ha) y 3.49% del rendimiento (2.96 ton/ha). La producción mínima fue de agricultura de temporal fue 1997, y coincide con un aumento del 25.7% del área cultivada (36,485 ha) y una disminución del 21.67% del rendimiento (2.24 ton/ha).

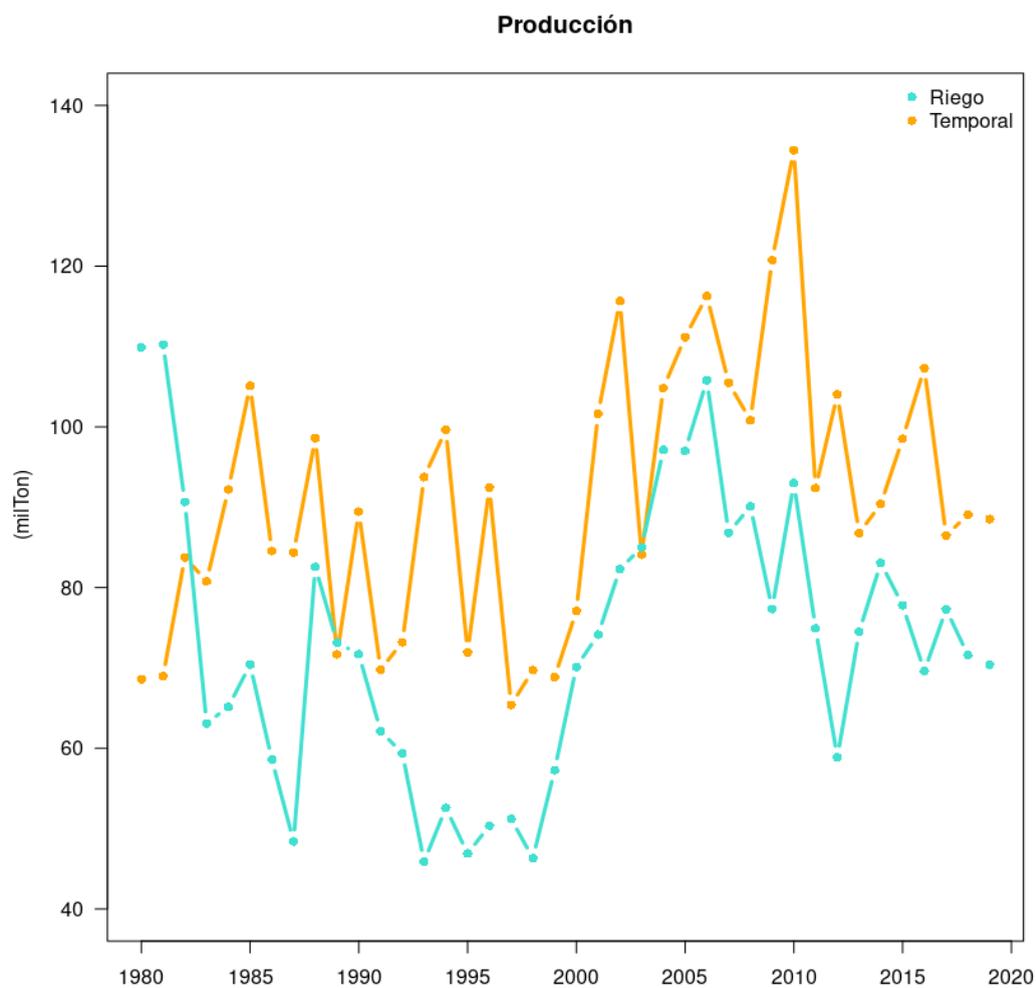


Figura 8. Producción de durazno en México de 1980 a 2019, agricultura de riego y de temporal.

Tabla 2. Mayor y menor producción del durazno en México.

Producción / Décadas		1980-1989	1990-1999	2000-2009	2010-2019
Riego	Mayor	1981: 110,251 ton (+50%)	1990: 71,526 ton (-2%)	2006: 105,765 ton (+44%)	2010: 92,989 ton (+26%)
	Menor	1987: 48,129 ton (-34%)	1993: 45,876 ton (-37%)	2000: 70,125 ton (-4%)	2012: 58,850 ton (-19%)
Temporal	Mayor	1985: 105,131 ton (+15%)	1994: 99,631 ton (+9%)	2009: 120,746 ton (+32%)	2010: 134,431 ton (+47%)
	Menor	1980: 68,601 ton (+24%)	1997: 65,398 ton (-20%)	2000: 77,085 ton (-15%)	2017: 86,483 ton (-5%)

3. Clima y rendimiento

3.1 Descripción general del clima (tendencias y extremos) durante esos 40 años (1980-2019)

De 1980 a 2019, el promedio de la temperatura promedio anual nacional (TP) fue de 21.59 °C; tuvo su año más bajo en 1987, con 20.90°C (-3.19%). Los años con menor y mayor temperatura fueron 1987 y 2017 con 20.90°C (-3.19%). El año que presentó mayor TP, fue el 2017 con y 22.52°C, lo cual representa un aumento del 4.3%. Durante estos 40 años, la temperatura máxima (TM) promedio fue de 29.13 °C, la menor TM obtenida fue en el año de 1984, con 28.32°C (-2.78%). La mayor TM se presentó en 2017 y fue de 30.12 °C, esto representa un aumento de 3.39%. De 1980 a 2019, la precipitación promedio en México fue de 62.45 mm/mes; el año con menor precipitación en México, fue el de 1994, con 53.66 mm/mes (-14.07%); el año con mayor precipitación fue el de 1984, con 72.35 mm/mes (+15.85%). Para el 2019, se tuvo una disminución del 5.68%, con 58.90 mm/mes. En México, de 1980 a 2019, el promedio anual nacional de heladas fue de 1.45 días. El año con menos heladas fue el 2017 con 0.93 días (-35%). El año con más heladas fue el de 1987, con 1.96 días en promedio (+35.17%). En el 2019, se tuvieron en el promedio anual nacional 1.05 días de heladas, representando una disminución del 27.5% con respecto al promedio nacional de 1980 a 2019.

El rendimiento promedio del durazno en agricultura de riego, entre 1980 y 2019, fue de 7.8 ton/ha. El rendimiento promedio para agricultura temporal -entre los años de 1980 a 2019- fue de 3.91 ton/ha. Existen años particulares con rendimientos mucho más bajos o más altos que el resto de los años, y se observan diferencias a lo largo de estos años, entre la variable de agricultura de riego y temporal. El año con mayor rendimiento entre 1980 y 2019, mediante agricultura de riego, fue el 2017, con 11.43 ton/ha. Su año con menor rendimiento fue 1993, con 5.19 ton/ha (Tabla 3). Para la agricultura de temporal, el año de 1980, fue el de mayor rendimiento con 6.72 ton/ha. Los años con menor rendimiento fueron los de 1995 y 1998, con 2.19 ton/ha (Tabla 3).

El rendimiento máximo de durazno de riego se presentó en 2018 (11.71 ton/ha), y coincidió con un aumento de 2.59% del TP (22.15°C), un aumento del 1.48% de la TM (29.56°C), un aumento en la precipitación del 1.91% (63.64 mm/mes) y una disminución del 11.72% de heladas (1.28 días). El rendimiento mínimo para la agricultura de riego fue 1993, y coincide con una disminución del 0.74% del TP (21.43 °C), disminución del 0.61% del TM

(28.95°C), un aumento en la precipitación del 1.92% (63.65 mm/mes) y una disminución del 9.6% de heladas (1.31 días).

El rendimiento máximo de durazno de temporal se presentó en 1980 (6.72 ton/ha), y coincidió con una disminución de 1.52% de la TP (21.26 °C), disminución de 1.2% de la TM (28.78 °C), una disminución en la precipitación del 5.8% (66.75 mm/mes) y un aumento del 11.03% de heladas (1.61 días). El rendimiento mínimo fue de agricultura de temporal fue igual para 1995 y 1998 (2.19 ton/ha), y coincide con una disminución del 0.83% de la TP (21.77 °C) -para 1995- y una disminución de 1.29% (21.87 °C) -para 1998-; un aumento del 0.92% de la TM (29.22 °C) en 1995- y un aumento del 1.75% en 1998 (29.64 °C), una disminución en la precipitación del 0.83% en 1995 (61.93 mm/mes), un aumento de 3.85% (64.86 mm/mes) -en 1998-; una disminución del 18% de heladas en 1995 (1.18 días) y un aumento del 10.34% en 1998 (1.6 días).

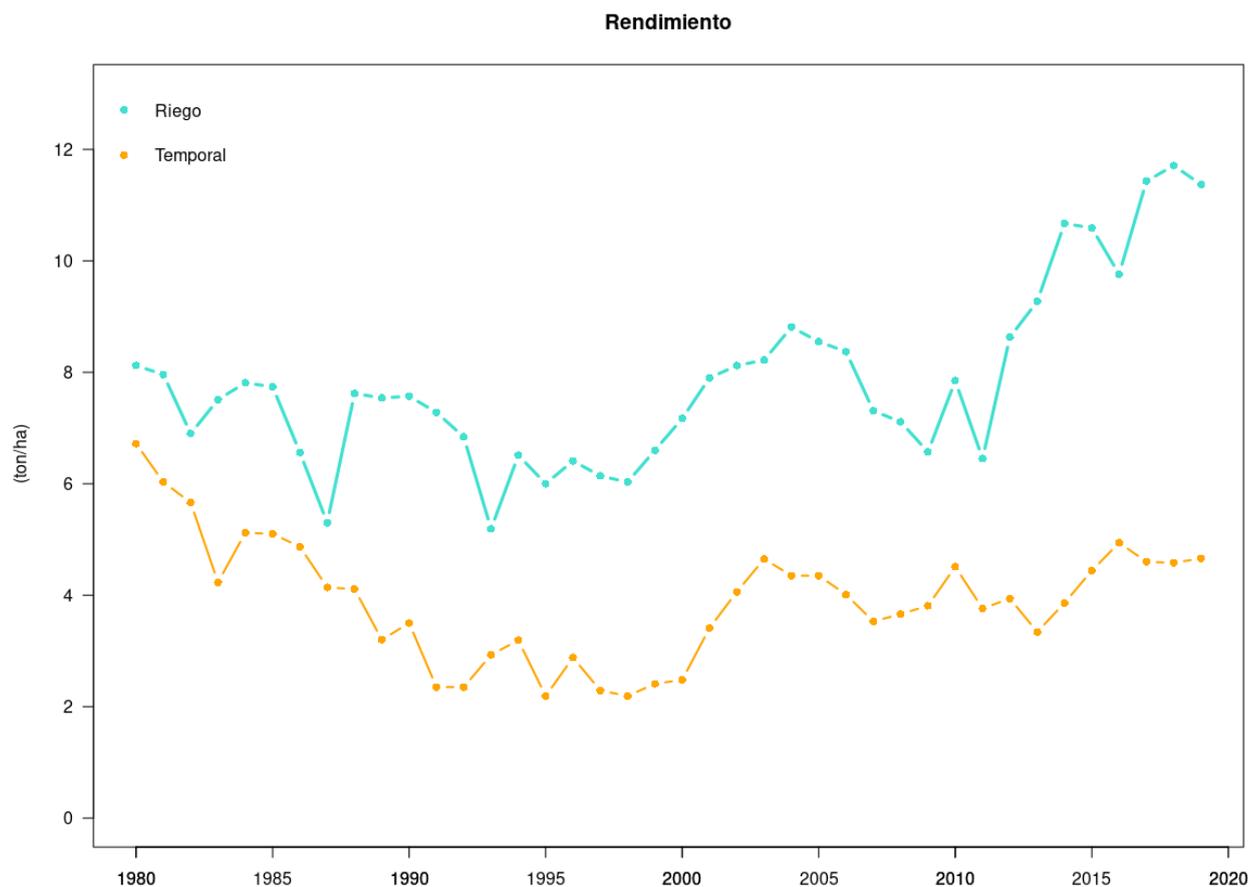


Figura 9. Rendimiento de durazno en México de 1980 a 2019, de agricultura de riego y temporal.

Tabla 3. Mayor y menor rendimiento de durazno en México.

Rendimiento / Décadas		1980-1989	1990-1999	2000-2009	2010-2019
Riego	Mayor	1980: 8.12 (+3.7%)	1990: 7.57 (-3.32%)	2005: 8.55 (9.19%)	2017: 11.43 (45.97%)
	Menor	1987: 5.3 (-32.31%)	1993: 5.19 (-33.71%)	2009: 6.57 (-16.09%)	2011: 6.45 (-17.62%)
Temporal	Mayor	1980: 6.72 (+71.86%)	1990: 3.5 (-10.48%)	2003: 4.65 (18.92%)	2016: 4.94 (26.34%)
	Menor	1989: 3.2 (-18.15%)	1995, 1998: 2.19 (-43.98%)	2000: 2.48 (-36.57%)	2013: 3.34 (-14.57%)

3.2 Relación entre el rendimiento del durazno de riego y el clima

El rendimiento del durazno de riego tuvo una relación lineal y positiva con la temperatura promedio ($p=0.0002272$, $r^2=0.30$) y con la temperatura máxima ($p=0.01574$, $r^2=0.31$). La relación con la precipitación tuvo una relación positiva ($p=0.03854$), y mostró una relación lineal negativa con el número de heladas ($p=0.0004286$, $r^2=0.2626$).

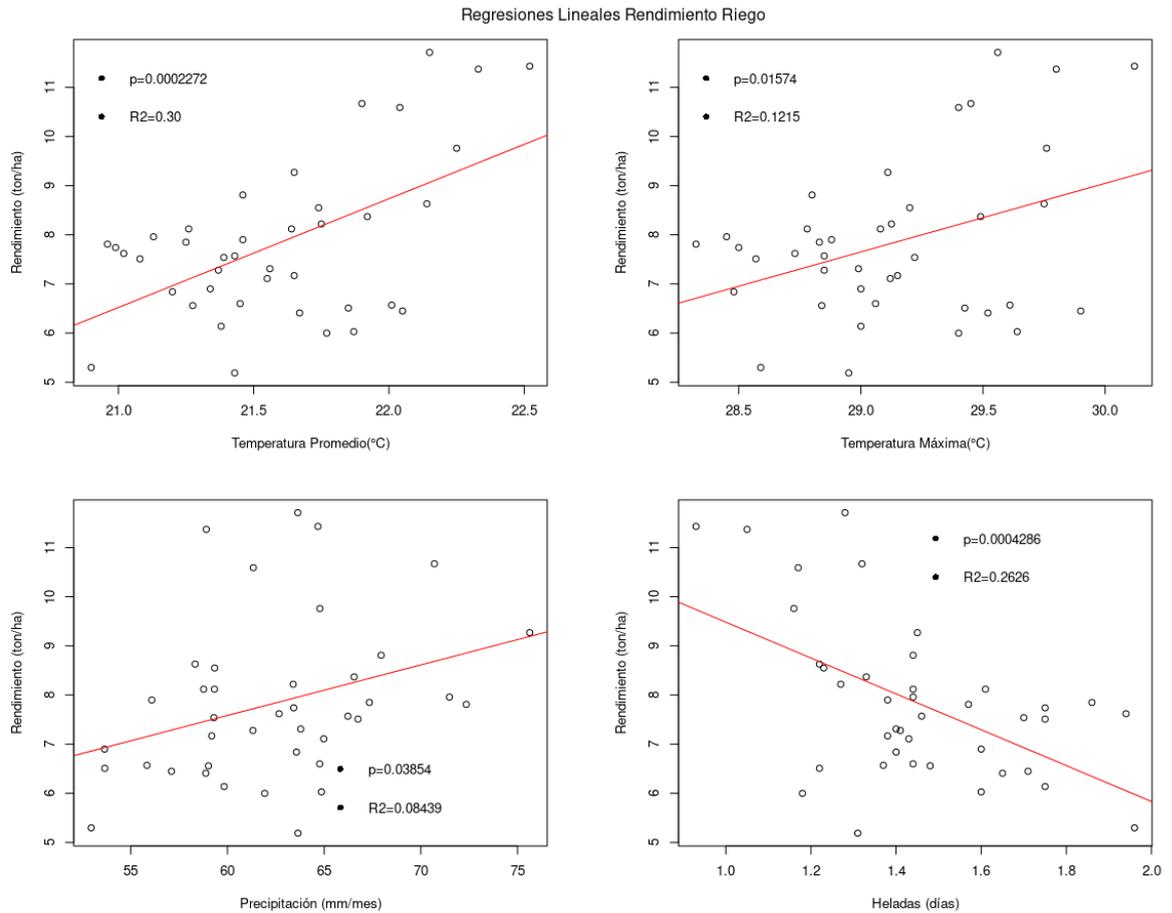


Figura 10. Regresiones lineales de rendimiento de Durazno en México por agricultura de riego y variables climáticas..

3.3 Relación entre el rendimiento del durazno a través de agricultura de temporal y las variables climáticas

El rendimiento del durazno de temporal no mostró un patrón lineal con el clima, por ejemplo, la p de temperatura promedio fue de 0.6017, la de temperatura máxima de 0.3164, precipitación de 0.6553, y heladas tuvo una p de 0.8864.

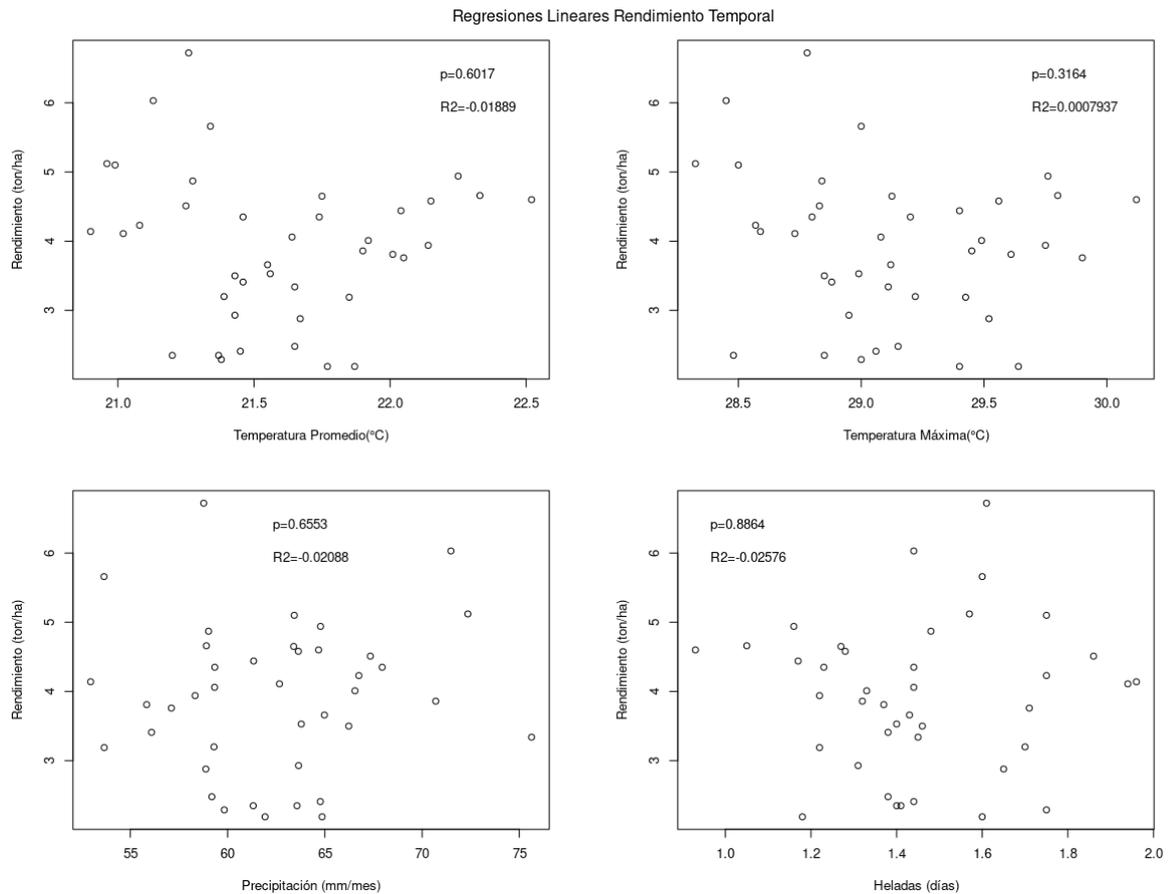


Figura 11. Regresiones lineales de rendimiento de durazno en México por agricultura de temporal y variables climáticas..

4. Precio Medio Rural y área cultivada

4.1 Precio Medio Rural del durazno de 1980 a 2019, considerando la inflación en México

El PMR promedio para el durazno de 1980 a 2019, por agricultura de riego, tomando en cuenta la inflación, fue de 11,865.08 \$/ton, con una desviación estándar de $\pm 2,338.56$. El año con mayor PMR, fue 1995, con 17,253.48 \$/ton y el año con menor precio fue 1980, con 8,628.88 \$/ton (figura 12). El promedio para el PMR a precios del 2020 -considerando la inflación- de temporal fue de 10,414.79 \$/ton, con una desviación estándar de $\pm 2,274.09$. El año con mayor PMR, fue 1991, con 16,066.33 \$/ton. El año con menor PMR fue 2002, con 6978.64 \$/ton (figura 12).

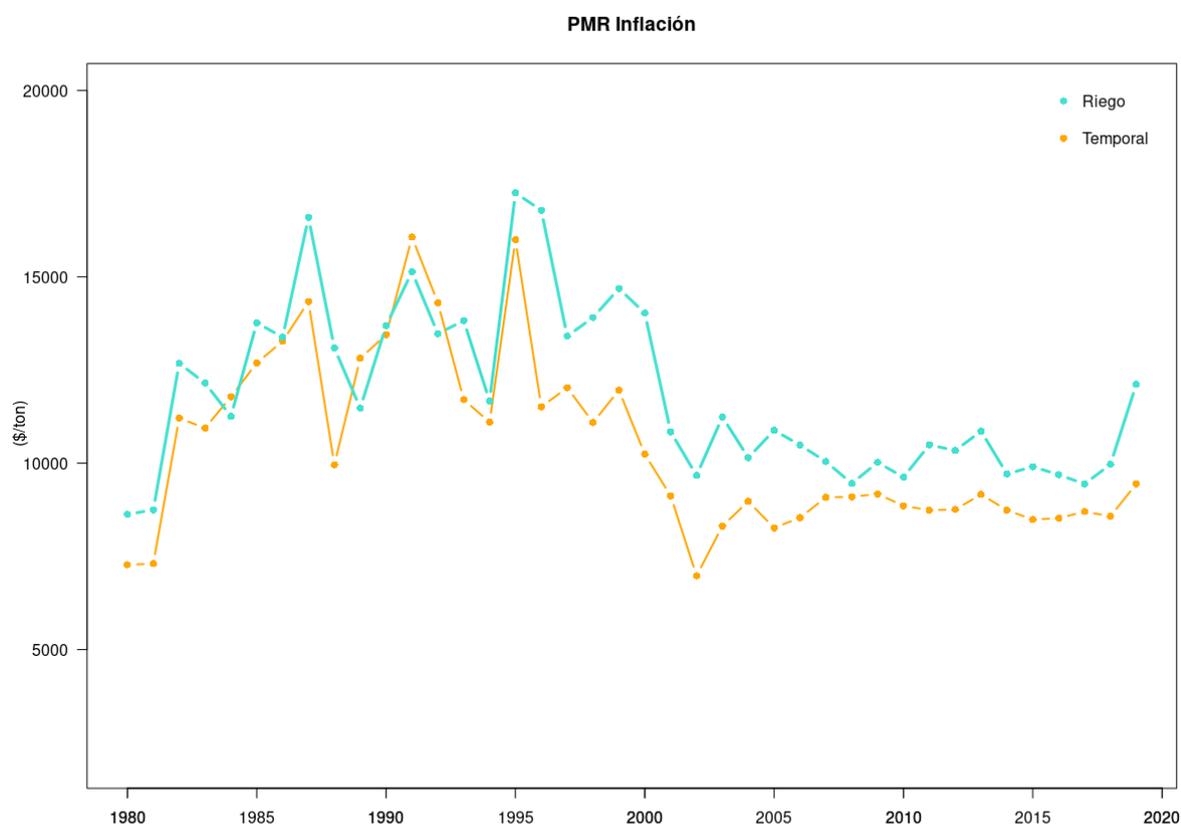


Figura 12. Precio Medio Rural (PMR) del durazno en México, agricultura de riego y temporal, tomando en cuenta la inflación, de 1980 a 2019.

4.2 Área cultivada y cosechada

El área cultivada promedio anual nacional para el durazno de 1980 a 2019, por agricultura de riego, es de 11,653.98 ha. El año con más hectáreas cultivadas fue 1980, con 18,436 ha. El año con menor superficie cultivada fue el 2018 con 7,305.86 ha (figura 13). El área cultivada promedio anual nacional para el durazno de 1980 a 2019, por agricultura de temporal es de 29,023.22 ha. El año con más hectáreas cultivadas fue 1999 con 36,843.50 ha. El año con menor superficie cultivada fue 1980 con 12,528 ha (figura 13).

El área cosechada promedio para el durazno de 1980 a 2019, por agricultura de riego, es de 9,490.11 ha. Su año con más hectáreas cultivadas, fue 1980, con 13,856 ha. Su menor año fue el de 2018 con 6,112.71 ha (figura 13). El área cosechada promedio para el durazno de 1980 a 2019, por agricultura de temporal, es de 24,708.15 ha. Su año con más hectáreas cultivadas, fue 1995, con 32,822.00 ha. Su menor año fue el de 1980 con 10,209 ha (figura 13).

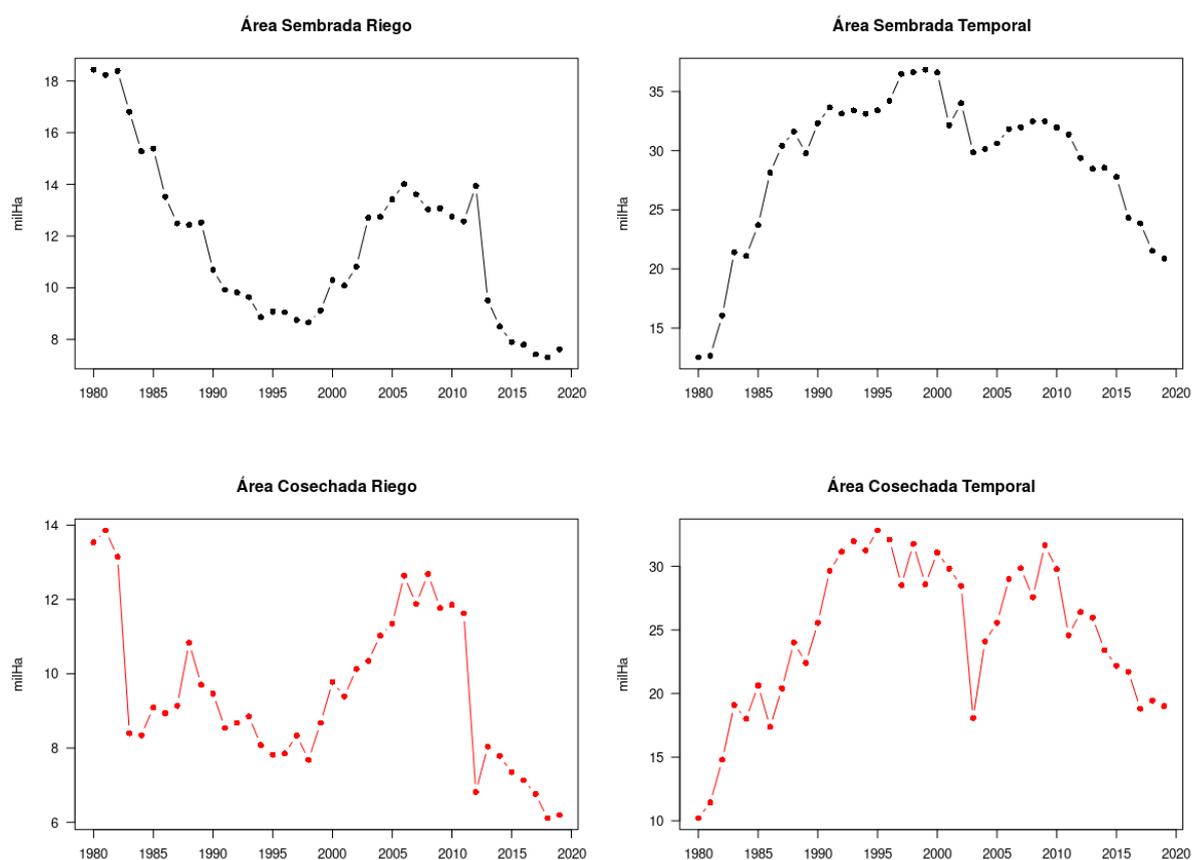


Figura 13. Área cultivada y cosechada de durazno, mediante agricultura de riego y de temporal, en México de 1980 a 2019. El eje x representa los años, el eje y representa el área en miles de hectáreas.

4.3 Relación entre PMR (tomando en cuenta la inflación en México) y el área cultivada y cosechada de durazno por medio de agricultura de riego

En el periodo estudiado, el PMR del durazno de riego, con la inflación a través de estos 40 años, no mostró una relación significativa con el área cultivada ($p=0.1567$, $r^2=0.02712$), y ni una relación con el área cosechada ($p=0.04392$, $r^2=0.07897$).

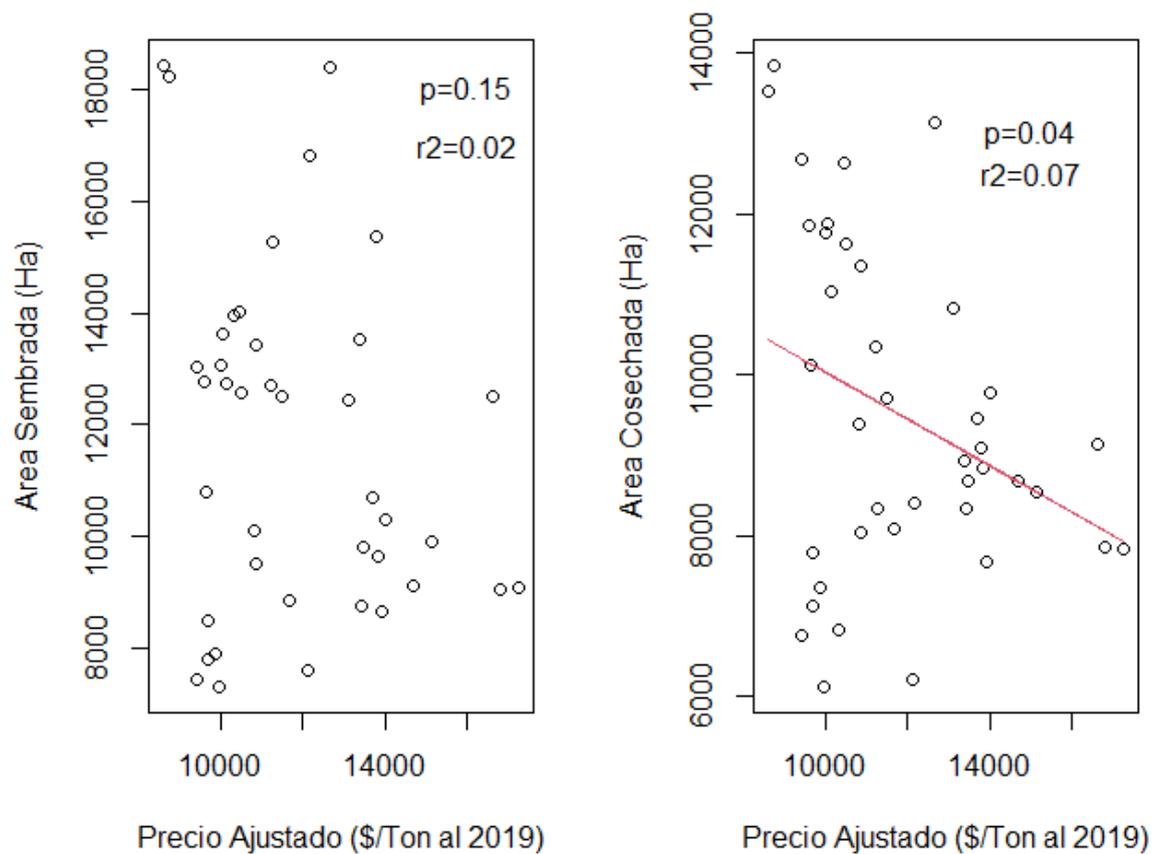


Figura 14. Regresiones lineales de PMR de durazno en México por agricultura de riego y área cultivada y cosechada.

4.4 Relación entre PMR (tomando en cuenta la inflación en México) y el área cultivada y cosechada por medio de agricultura de temporal

De 1980 a 2019, el PMR, con inflación del durazno de temporal, tuvo una relación lineal positiva con el área cultivada ($p=0.05$, $r^2=0.07$) y con el área cosechada ($p=0.09$, $r^2=0.04$).

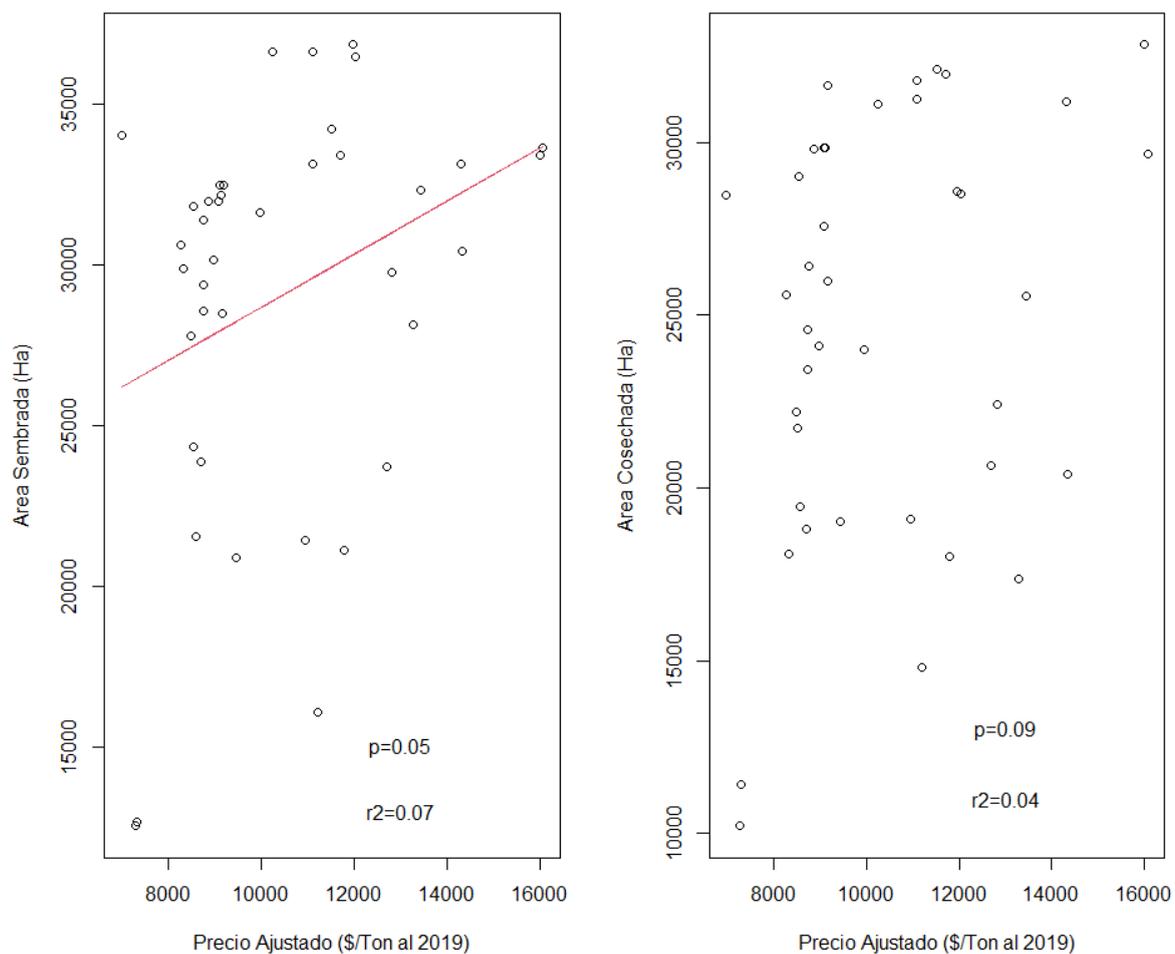


Figura 15. Regresiones lineales de PMR de durazno en México por agricultura de temporal y área cultivada y cosechada. El eje x representa , el eje y representa

IV. DISCUSIÓN

1. Generalidades de la producción y el rendimiento

En el periodo de 40 años que se tomó en cuenta para los análisis de esta tesis, se observó que la mayor producción de durazno proviene de su manejo mediante agricultura de temporal; no obstante, el mayor rendimiento de este cultivo fue mediante agricultura de riego. La discrepancia entre ambos radica en que el área cultivada en esquema de temporal es mucho mayor que la de riego. Las variedades de riego predominantes son la diamante y la criolla, con un mayor PMR, las predominantes de agricultura de temporal son también la diamante y el criollo.

2. Impacto de la variación climática

En términos nacionales sabemos que el promedio de la temperatura terrestre ha ido en aumento desde 1880, siendo los años más calientes a partir del 2005; todo esto ligado a la actividad del ser humano (NOAA, 2022). México no es la excepción a la regla: en los últimos 40 años el aumento del calor ha sido de casi 2 °C, teniendo los 5 años más calientes en 2017, 2016, 2015, 2012 y 2009 -en ese orden- (Murray-Tortarolo, 2021). En el período de tiempo que se tomó para realizar este trabajo, se observó que, por otro lado, la precipitación se ha presentado con varias fluctuaciones -tanto en aumento como en disminución-; como consecuencia del aumento de temperatura, las heladas han ido en disminución (Anexo 1).

Lo anterior se ha traducido en un aumento del rendimiento del durazno mediante agricultura de riego. Esto está posiblemente relacionado al uso de fertilizantes, y otras tecnologías y métodos de manejo del cultivo. A largo plazo este aumento de temperatura podría resultar negativo para el cultivo porque aunque el durazno requiere temperaturas bajas en otoño e invierno (Luedeling, 2012), cuando entra en la etapa de reposo e inducción floral para mantenerse en buenas condiciones (Ramírez, 1987). Sin esa época de bajas temperaturas, se puede presentar una floración irregular, con producción más variable y pequeña, además de una disminución en la calidad de la fruta (Penso et al., 2020).

La alta variación interanual en la producción de durazno de la agricultura de riego se interrelaciona con la fluctuación en el clima; como se observa en sus mínimos en 1987 y

1993 - ambos años coincidiendo con grandes crisis económicas en México-, y sus máximos en 2017 y 2018. Esto implica que, pese a las tendencias de largo plazo, se debe tener en cuenta la propia variación interna del sistema climático cuando se modelen predicciones para este cultivo.

Al contrario del caso anterior, no encontramos una relación clara entre las tendencias climáticas y el rendimiento de temporal -que sería lo esperado según toda la literatura revisada-. Las razones detrás de ello no son claras, pero hipotetizamos que podría deberse a que el rendimiento del durazno de temporal no ha tenido un crecimiento en los últimos diez años, al contrario del de riego donde se ha visto que su producción está llena de fluctuaciones -desde 1980 hasta el 2019- y con mínimos importantes en 1991 y 1995. Después de una revisión de la literatura disponible, no se pudo encontrar una respuesta concreta sobre por qué el rendimiento de temporal no responde a las variables climáticas que se consideraron. Se piensa que podría estar relacionado al manejo y al uso de fertilizantes, de los fertilizantes, en conjunción con otros elementos de los sistemas de producción, la utilización de pesticidas, los avances en las tecnologías de riego, la modificación de las técnicas de cultivo, etc (Guzmán, 2004). También podría deberse a que la producción del durazno se concentra fuertemente en 5 estados, de los 25 considerados en esta tesis, por lo que valdría la pena un análisis más enfocado a ellos y a sus condiciones particulares.

3. Impacto de la demanda económica sobre la producción

Al analizar el PMR, tomando en cuenta la inflación que ha ocurrido en el país en este mismo tiempo, vemos que el cultivo por agricultura de riego tuvo fluctuaciones importantes de 1980 hasta el 2002, con picos importantes en los años de 1987 y 1995; el precio se estabilizó hasta el 2018 en el que volvió a crecer. El cultivo por agricultura de temporal también mostró fluctuaciones de 1980 a 2002, con picos importantes en los años de 1991 y 1995.

La literatura nos menciona que la producción nacional de durazno no cubre la demanda interna (Arroyo et al., 2015), ya que durante la época de cosecha se genera una sobre oferta regional y una mala distribución del producto en el área nacional, dando como resultado la importación del 19% de durazno para satisfacer el consumo interno (Arroyo et al., 2015). En frutas de clima templado, México es considerado un importador neto, ya que su exportación es casi inexistente (Comex, 2013).

A partir de los datos presentados, se ve que el área cultivada y cosechada de 1980 a 2019 ha tenido fluctuaciones particulares a lo largo de los años. La agricultura de riego inició con una gran disminución, para después ir en aumento desde la década de los 2000 hasta alrededor del 2010, para luego caer drásticamente. La comparación entre el PMR y las áreas cultivadas y cosechadas por medio de agricultura de riego nos muestra que han tenido una relación negativa. Entre mayor ha sido el precio medio rural menor ha sido el área cultivada.

Las áreas de la agricultura de temporal presentaron una gran subida en sus inicios, aunque en los últimos años, a partir de 2010, muestran una disminución en el número de hectáreas cultivadas y cosechadas para ambos tipos de agricultura. La relación entre el PMR y las áreas cultivadas y cosechadas de agricultura de temporal, resultó con un mayor precio medio rural y con menos área cultivada a lo largo del tiempo. Esta disminución en el área está probablemente ligada al uso de fertilizantes e insumos que le darían una ventaja a la producción en la misma área que se tiene, sin tener que continuar expandiendo el cultivo.

También podríamos considerar que el durazno es un cultivo perenne, que tiene un ciclo vegetativo mayor a un año y por ende, varios ciclos de producción (cosechas) a lo largo de su vida (SIAP, 2018), por lo que, ligado a la idea anterior resulta menos necesario expandir su área de manera constante.

4. Integración

Para comprender el impacto que tiene el clima y la demanda económica en cualquier cultivo en México se propusieron tres mecanismos, compuestos por diferentes subtemas (figura 16, figura 17 y figura 18).

El modelo inicial (figura 16), fue pensado como uno que pudiera aplicarse a cualquier cultivo. Fue propuesto pensando que el proceso completo de la producción del durazno en México, de 1980 a 2019, venía regido por dos motores: el climático y el económico.

El motor *climático*, compuesto principalmente por el cambio climático en aumento, que presenta alteraciones en la temperatura, en las heladas y en la precipitación anual y que siendo ellos alterados, se generarían eventos climáticos extremos -sequías, por ejemplo- que afectarían directamente al rendimiento y, por lo tanto, a la producción del cultivo del durazno. Por otro lado, está el motor *económico*, que fue pensado como el aumento de la demanda aumentando los precios del cultivo, creciendo así la producción y el área cultivada.

Sobre el motor climático, tenemos que el cambio climático dicta si tenemos más o menos eventos climáticos extremos, lo que podría afectar positiva o negativamente al rendimiento,

así alterando directamente a la producción. Del lado del motor económico tenemos que la demanda y la producción alteran directamente al valor económico del cultivo, si este aumentara, también lo haría el área cultivada, dictando así la cantidad de producción.

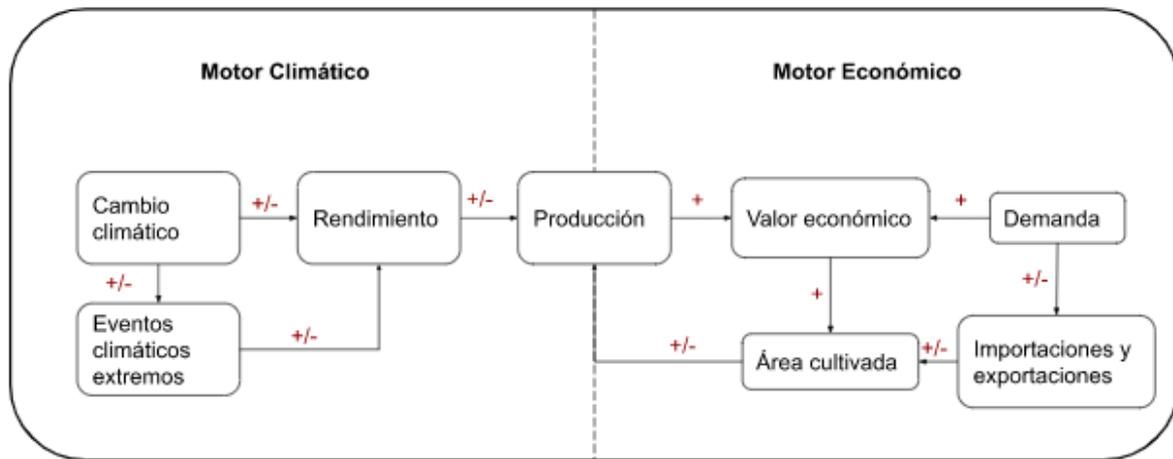


Figura 16. Modelo inicial, sobre la producción de un cultivo en México con aristas que le afectan directamente.

El modelo para la agricultura de riego (figura 17), se realizó después de la obtención de los resultados que presentaron los datos obtenidos de agricultura de riego. En la figura, como parte del motor *climático*, presentamos a la temperatura, la precipitación y las heladas que afectan en la incidencia de eventos climáticos extremos como las variables climáticas que están directamente relacionadas al aumento en el rendimiento, y la producción. Para el motor *económico*, se entendió que el área cultivada ha disminuido al mismo tiempo que el valor económico ha ido aumentando, que podría explicarse considerando el uso de insumos y fertilizantes que mejoran el rendimiento y la producción en una misma área.

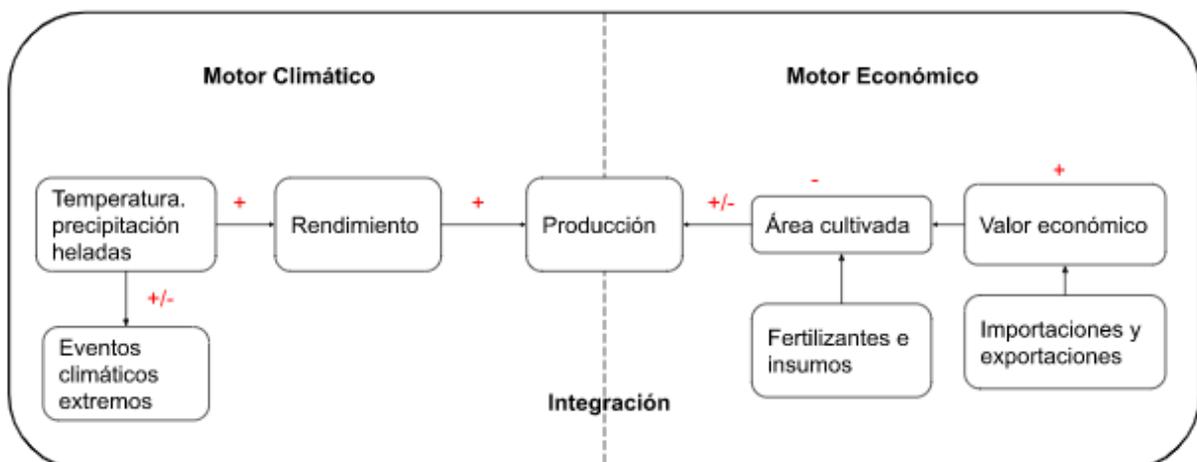


Figura 17. Modelo para el durazno cultivado por agricultura de riego.

El modelo para la agricultura de temporal (figura 18) se realizó después de la obtención de los resultados de los datos obtenidos para la agricultura de temporal. En la figura, como parte del motor *climático*, las variables utilizadas -temperatura promedio, temperatura máxima, precipitación y heladas- no resultaron significativas para este tipo de irrigación. Para el motor *económico*, se entendió que el área cultivada decrece mientras el valor económico va aumentando, lo que podría ser explicado por un uso de fertilizantes que ayude a aumentar la producción en una misma área.

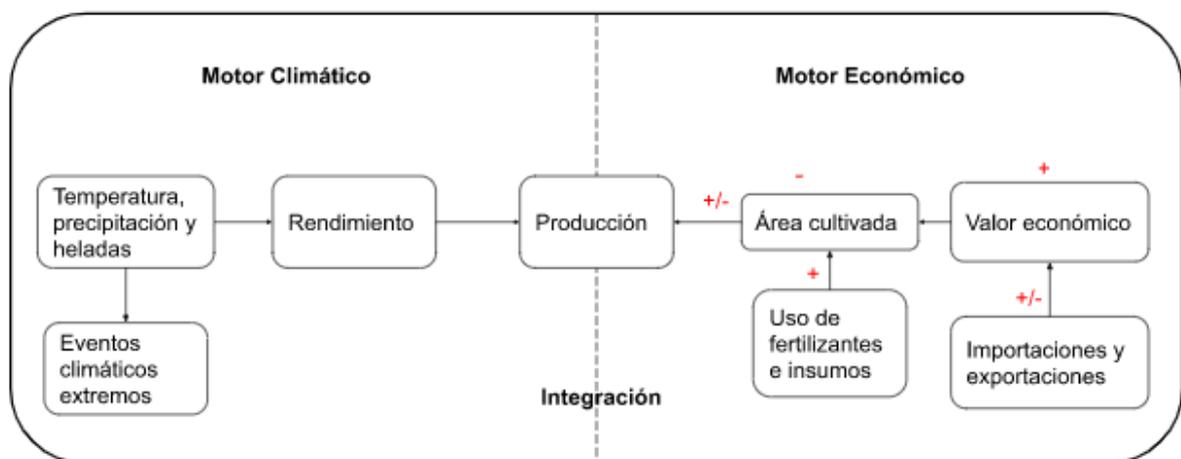


Figura 18. Modelo para el durazno cultivado por agricultura de temporal.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este trabajo, se analizaron variables consideradas como los motores climáticos (temperatura, precipitación y heladas) y los motores económicos (rendimiento, precio) para la producción del durazno en México en un período de 40 años. Al momento de integrar ambos motores con la producción del durazno, se perciben resultados inesperados, especialmente para el análisis del cultivo por agricultura de temporal.

En un futuro estudio de este caso, sería beneficioso tomar en cuenta otras particularidades, como lo sería enfocarse en los estados que aportan la mayor producción nacional del cultivo -como Chihuahua y el Estado de México, que aportan más del 50%-, y hacer los estudios climatológicos para ellos; esto para descartar datos que pudieran afectar a los análisis estadísticos futuros. En general un análisis más bien subnacional podría destacar resultados interesantes.

También considerar de manera más profunda los datos disponibles sobre importaciones y exportaciones -como los de la FAOSTAT-, y sobre el uso de fertilizantes e insumos empleados a nivel del cultivo, junto con las implicaciones que tiene la forma de cultivar el durazno en el país -y quizás a nivel internacional- con el cambio climático, nos brindaría un panorama mucho más extenso.

VI. REFERENCIAS

1. Anderson, Kevin. (2012). *Climate change going beyond dangerous – Brutal numbers and tenuous hope*. Obtenido de:
<http://www.grandkidzfuture.com/occasional-pieces/ewExternalFiles/Anderson%20Going%20beyond%202012.pdf>
2. Arroyo-Pozos, María, Aguilar-Ávila, Jorge, Santoyo-Cortés, Vinicio y Muñoz-Rodríguez, Manrribio. (2015). *Demanda de importaciones de durazno (Prunus pérsica L. Batsch) en México procedentes de Estados Unidos de América (1982-2011)*. Obtenido de:
https://www.ecorfan.org/handbooks/Ciencias-ECOH-T_I/Handbook_Ciencias_Sociales_Economia_y_Humanidades_T1_V1_177_186.pdf
3. Balmaseda Espinosa, C. E., & Mederos Machado, M. C. (2019). *Visión del cambio climático desde la perspectiva del riego y drenaje en Ecuador*. Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad, 2(1), 68-73. Obtenido de:
<https://doi.org/10.46380/rias.v2i1.41>
4. Blaauw, B. R., Polk, D., & Nielsen, A. L. (2014). *IPM-CPR for peaches: incorporating behaviorally-based methods to manage Halyomorpha halys and key pests in peach*. Pest Management Science, 71(11), 1513–1522. Obtenido de:
[doi:10.1002/ps.3955](https://doi.org/10.1002/ps.3955)
5. Bonan, G. B. (2008). *Forests and Climate Change: Forcings, Feedbacks, and the Climate Benefits of Forests*. Science, 320(5882), 1444–1449. Obtenido de:
[doi:10.1126/science.1155121](https://doi.org/10.1126/science.1155121)
6. Byrne, D. H., Raseira, M. B., Bassi, D., Piagnani, M. C., Gasic, K., Reighard, G. L., Pérez, S. (2011). *Peach*. Fruit Breeding, 505–569. Obtenido de:
[doi:10.1007/978-1-4419-0763-9_14](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0763-9_14)

7. Chinese Academy of Sciences. (2018). No pause in global warming in the last 100 years. Obtenido de: <https://phys.org/news/2018-11-global-years.html>
8. Contreras Servín, C. (2005). *The droughts in Mexico during the XIX Century*. Boletín Del Instituto de Geografía, 56, 118–133. Obtenido de: http://www.igg.unam.mx/sigg/utilidades/docs/pdfs/publicaciones/inves_geo/boletines/56/b56_art443.pdf
9. Delgado, G. C., Gay, C., Imaz, M., & Amparo Martínez, M. (2010). *México Frente al Cambio Climático. Retos y oportunidades* (Primera edición). México: Universidad Autónoma de México. Obtenido de: <http://www.pincc.unam.mx/DOCUMENTOS/CambioClim.pdf>
10. Domínguez, J. (2016). *Revisión histórica de las sequías en México: De la explicación divina a la incorporación de la ciencia*. Tecnología y Ciencias Del Agua, 7(5), 77–93.
11. EERE. (2021). *Solar Radiation Basis*. Obtenido de: <https://www.energy.gov/eere/solar/solar-radiation-basics>
12. EPA. (1980). *Toxics Information Series. CFCs, Ozone and Health*. Obtenido de: <https://rb.gy/op7jtt>
13. EPA. (2016). *Climate Change Impacts by Sector*. Obtenido de: <https://19january2017snapshot.epa.gov/climate-impacts/climate-change-impacts-sector.html>
14. EPA (1992). *Help Protect The Ozone Layer : Recycle The Refrigerant In Your Car's Air Conditioner*. Obtenido de: <https://rb.gy/6jmaki>
15. Esparza, M. (2014). *La sequía y la escasez de agua en México. Situación actual y perspectivas futuras*. Revista de Historia y Ciencias Sociales, 89, 193–219.
16. FAO. (2021). *Alimentación y agricultura sostenibles*. Obtenido de: <http://www.fao.org/sustainability/es/>
17. FAO.(2021). *La agricultura climáticamente inteligente*. Obtenido de: <http://www.fao.org/climate-smart-agriculture/es/>
18. FAO. (2021). *Sistemas Importantes del Patrimonio Agrícola Mundial (SIPAM)*. Obtenido de: <http://www.fao.org/giahs/es/>
19. FAO. (2021). *Tierras y Aguas*. Obtenido de: <http://www.fao.org/land-water/es/>
20. FAO. (2004). *El sector agrícola y el crecimiento económico*. Obtenido de: <http://www.fao.org/3/y5673s/y5673s05.htm>
21. FAOSTAT. (2021). *Data*. Obtenido de: <http://www.fao.org/faostat/en/#data>

22. Feippe, Alicia. (n.d). Fisiología y Tecnología de la Cosecha y la Postcosecha. Obtenido de: [bd-108-p.217-254.pdf \(inia.uy\)](#)
23. Frederick, K. D., & Major, D. C. (1997). *Climatic Change*, 37(1), 7–23. doi:10.1023/a:1005336924908
24. Global Carbon Project. (2020). *Global Carbon Budget 2020*. Obtenido de: https://www.globalcarbonproject.org/carbonbudget/20/files/GCP_CarbonBudget_2020.pdf
25. Gobierno de México. (n.d). *Durazno: Prunus pérsica*. Obtenido de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/96219/Durazno_monografias.pdf
26. Guzmán, Miguel. (2004). *Población, Agua, Suelo y Fertilizantes: El Ferti-Riego*. Obtenido de: <http://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/3138/F01.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
27. IEA. (2020). *Methane Emissions from Oil and Gas*. Obtenido de: <https://www.iea.org/reports/methane-emissions-from-oil-and-gas>
28. INIFAP. (2011). *Variedades mejoradas y selecciones del durazno del INIFAP*. Obtenido de: <http://zacatecas.inifap.gob.mx/publicaciones/varDurMInifap.pdf>
29. Intagri. (2020). *Producción de Durazno en México*. Obtenido de: <https://www.intagri.com/index.php/articulos/frutales/produccion-de-durazno-en-mexico>
30. Landa, R., Magaña, V., & Neri, C. (2008). *Agua y clima: elementos para la adaptación al cambio climático*. D.F., México: SEMARNAT. Obtenido de: www.semarnat.gob.mx
31. Lindsey, R., & Dahlman, L. A. (2021, March 15). *Climate Change: Global Temperature*. NOAA. Obtenido de: <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-global-temperature>
32. Luedeling, E. (2012). *Climate change impacts on winter chill for temperate fruit and nut production: A review*. *Scientia Horticulturae*, 144, 218–229. Obtenido de: doi:10.1016/j.scienta.2012.07.011

33. Martínez-Austria, P. F., & Patiño-Gómez, C. (2012). *Efectos del cambio climático en la disponibilidad de agua en México*. El cambio climático (Vol. III). Morelos, México. Obtenido de: <http://www.redalyc.org/pdf/3535/353531976001.pdf>
34. Martínez Frías, J. C. (2012). Propagación y técnicas de cultivo del Durazno (*Prunus persica*). *Revista Vinculando*. Obtenido de: <https://vinculando.org/mercado/agroindustria/propagacion-y-tecnicas-de-cultivo-del-durazno-prunus-persica.html>
35. Meko et. al. (1991). *6. Climate Change and Climate Variability: The Paleo Record*. Managing Water Resources in the West Under Conditions of Climate Uncertainty: A Proceedings. Washington, DC: The National Academies Press. Obtenido de: [doi: 10.17226/1911](https://doi.org/10.17226/1911).
36. Méndez González, J., Nívar Cháidez, J. de J., & González Ontiveros, V. (2008). *Análisis de tendencias de precipitación (1920-2004) en México*. Investigaciones Geográficas, Boletín Del Instituto de Geografía, UNAM, 65, 38–55. Obtenido de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/igeo/n65/n65a4.pdf>
37. Murray-Tortarolo, G. N., & Jaramillo, V. (2019). *The impact of extreme weather events on livestock populations: the case of the 2011 drought in Mexico*. Climatic Change. Obtenido de: <https://doi.org/10.1007/s10584-019-02373-1>
38. Murray-Tortarolo, G. N. (2021). *Seven decades of climate change across Mexico*. In *Atmósfera*. Centro de Ciencias de la Atmósfera. Obtenido de: <https://doi.org/10.20937/ATM.52803>
39. Nardone, A., Ronchi, B., Lacetera, N., Ranieri, M. S., & Bernabucci, U. (2010). *Effects of climate changes on animal production and sustainability of livestock systems*. Livestock Science, 130(1-3), 57–69. Obtenido de: [doi:10.1016/j.livsci.2010.02.011](https://doi.org/10.1016/j.livsci.2010.02.011)
40. Nath, V., Kumar, G., Pandey, S. D., & Pandey, S. (2018). *Impact of Climate Change on Tropical Fruit Production Systems and its Mitigation Strategies*. Climate Change and Agriculture in India: Impact and Adaptation, 129–146. Obtenido de: [doi:10.1007/978-3-319-90086-5_11](https://doi.org/10.1007/978-3-319-90086-5_11)
41. Nava Vega, Arturo. (2005). *Cultivo y Manejo del Durazno Prunus Périca L.* Obtenido de: <https://www.scribd.com/document/378374125/Cultivo-y-Manejo-de-El-Durazno-Prunus-Persica-l>

42. NCCARF (2017). *What are the RCPS?* Obtenido de:
<https://coastadapt.com.au/sites/default/files/infographics/15-117-NCCARFINFOGRAPHICS-01-UPLOADED-WEB%2827Feb%29.pdf>
43. NOAA. (2021). A Paleo Perspective on Global Warming. Obtenido de:
<https://www.ncdc.noaa.gov/global-warming>
44. Ortega-Gaucin, D., & Velasco, I. (2013). *Aspectos Socioeconómicos y Ambientales de las Sequías en México*. (Vol. 5). Obtenido de:
https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2014/06/Aspectos_socioeconomicos_y_ambientales_de_las_sequias_en_Mexico.pdf
45. Parris, Kevin. (2011). *Impact of Agriculture on Water Pollution in OECD Countries: Recent Trends and Future Prospects*. International Journal of Water Resources Development, 27:1, 33-52, doi: 10.1080/07900627.2010.531898
46. Parry, M., Rosenzweig, C., Iglesias, A., Fischer, G., & Livermore, M. (1999). *Climate change and world food security: a new assessment*. *Global Environmental Change*, 9, S51–S67. Obtenido de: doi:10.1016/s0959-3780(99)00018-7
47. Penso, G. A., Citadin, I., Scariotto, S., Santos, C. E. M. dos, Junior, A. W., Bruckner, C. H., & Rodrigo, J. (2020). *Development of Peach Flower Buds Under Low Winter Chilling Conditions*. *Agronomy*, 10(3), 428. Obtenido de:
[doi:10.3390/agronomy10030428](https://doi.org/10.3390/agronomy10030428)
48. Rendón Carmona, Humberto; Angelina Martínez Yrizar y Diego R. Pérez Salicrup. (2014). *Los bosques, sus bienes y servicios: los retos del manejo forestal sustentable*. *Ciencias* 111-112, octubre 2013-marzo 2014, 28-35. Obtenido de:
<https://www.revistacienciasunam.com/en/blog-2/161-revistas/revista-ciencias-111-112/1397-los-bosques,-sus-bienes-y-servicios-los-retos-del-manejo-forestal-sustentable.html>
49. SADER. (2019). *Hablemos del durazno mexicano*. Obtenido de:
<https://www.gob.mx/agricultura/colima/es/articulos/hablemos-del-durazno-mexicano?idiom=es>
50. SAGARPA. (2018). *Plan Rector de la Cadena Nacional de Durazno*. Obtenido de:
<https://www.producechihuahua.org/sistemas/PlanRectorDurazno.pdf>
51. Sánchez-Toledano et al. (2019). *Caracterización de los intermediarios en el mercado del melocotón mexicano*. *ITEA-Inf. Tec. Econ. Agrar.* 115(3): 270-283. Obtenido de:
https://www.researchgate.net/profile/Jorge-A-Zegbe/publication/339460516_ITEA-Inf/links/5e701acca6fdccc06e949f8a/ITEA-Inf.pdf

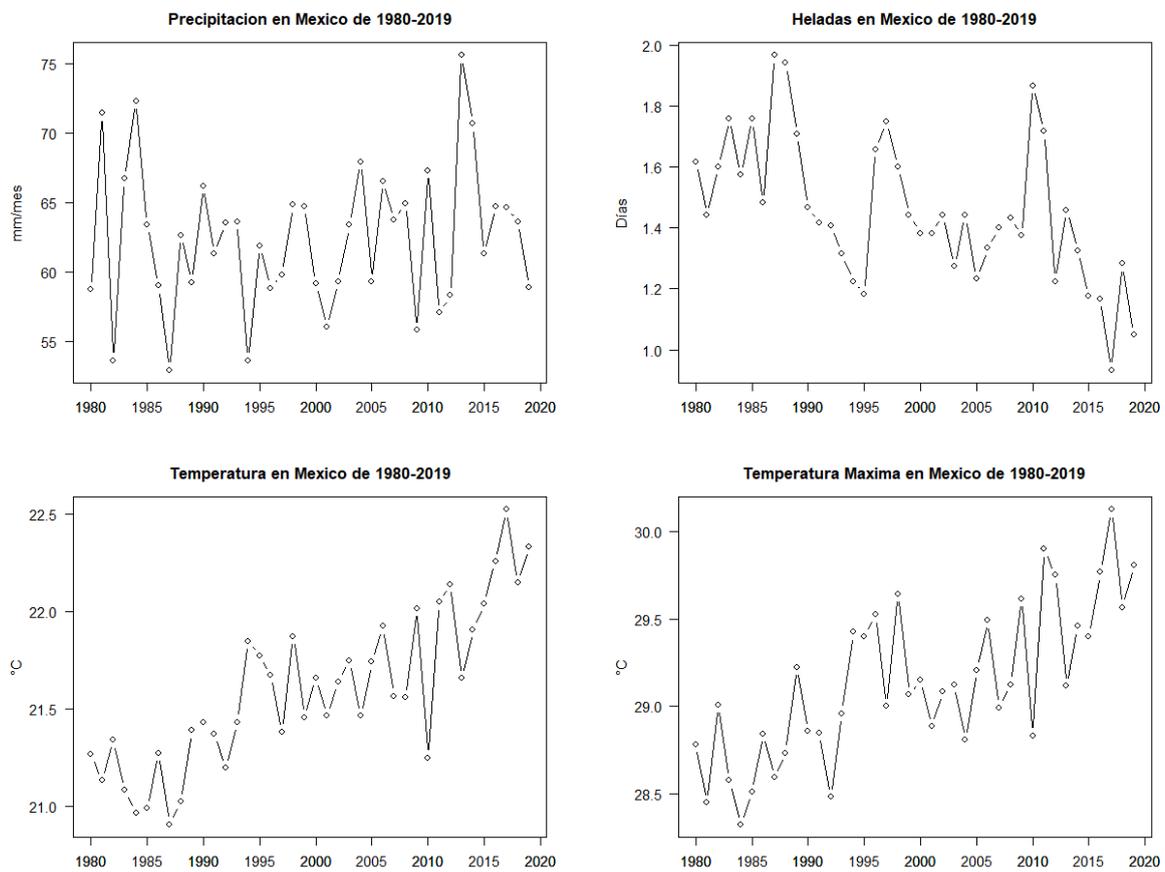
52. Saunio et al. (2016). *The global methane budget 2000-2012*. Earth System Science Data, No. 8, pp. 697-751. Obtenido de: [doi:10.5194/essd-8-697-2016](https://doi.org/10.5194/essd-8-697-2016)
53. Schmidhuber, J., & Tubiello, F. N. (2007). *Global food security under climate change. Proceedings of the National Academy of Sciences, 104(50), 19703–19708*. Obtenido de: [doi:10.1073/pnas.0701976104](https://doi.org/10.1073/pnas.0701976104)
54. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. *Planeación Agrícola Nacional 2017-2030*. Obtenido de: <https://www.gob.mx/agricultura/acciones-y-programas/planeacion-agricola-nacional-2017-2030-126813>
55. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, SIAP. (2020). *Anuario Estadístico de la Producción Agrícola*. Obtenido de: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
56. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, SIAP. (2018). *Cultivos perennes: garantía de alimentación agrícola y humana*. Obtenido de: <https://www.gob.mx/siap/es/articulos/cultivos-perennes-garantia-de-alimentacion-agricola-y-humana?idiom=es>
57. Soria Baraibar, Jorge. (2014). *Manual del duraznero: la planta y la cosecha*. Obtenido de: <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/8751/1/bd-108-p.217-254.pdf>
58. Tian, H., Xu, R., Canadell, J. G., Thompson, R. L., Winiwarter, W., Suntharalingam, P., ... Janssens-Maenhout, G. (2020). *A comprehensive quantification of global nitrous oxide sources and sinks*. Nature, 586(7828), 248–256. Obtenido de: [doi:10.1038/s41586-020-2780-0](https://doi.org/10.1038/s41586-020-2780-0)
59. Twomey, S. (1974). *Pollution and the planetary albedo*. Atmospheric Environment (1967), 8(12), 1251–1256. Obtenido de: [doi:10.1016/0004-6981\(74\)90004-3](https://doi.org/10.1016/0004-6981(74)90004-3)
60. UEA. (2020). *Nitrous oxide emissions pose an increasing climate threat, study finds*. Obtenido de: <https://phys.org/news/2020-10-nitrous-oxide-emissions-pose-climate.html>
61. United Nations. (2022). *2021 joins top 7 warmest years on record: WMO*. Obtenido de: [2021 joins top 7 warmest years on record: WMO | UN News](https://www.un.org/news/story/2022/01/2021-joins-top-7-warmest-years-on-record-wmo)
62. Universidad Agrícola. (2018). *Estrés en cultivos por altas temperaturas: Prevención y Manejo*. Obtenido de: <https://universidadagricola.com/estres-en-cultivos-por-altas-temperaturas-prevencion-y-manejo/>

63. Valiente, M. (2001). *Sequía: definiciones, tipologías y métodos de cuantificación*. Investigaciones Geográficas (España), (26), 59- 80. Universidad de Alicante.
Obtenido de:
https://www.redalyc.org/pdf/176/Resumenes/Resumen_17602604_1.pdf
64. Watson, Meira Filho, Sanhueza, Janetos et. al. (1991). *Greenhouse Gases: Sources and Sinks*. Obtenido de:
<https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.641.9606&rep=rep1&type=pdf>
65. Wheeler, T., & von Braun, J. (2013). *Climate Change Impacts on Global Food Security*. *Science*, 341(6145), 508–513. Obtenido de: [doi:10.1126/science.1239402](https://doi.org/10.1126/science.1239402)
66. Zhong, W., & Haigh, J. D. (2013). *The greenhouse effect and carbon dioxide*. *Weather*, 68(4), 100–105. Obtenido de: [doi:10.1002/wea.2072](https://doi.org/10.1002/wea.2072)
67. Zambrano, P., & Perdomo, (2021). *Durazno o Melocotón*. Obtenido de:
<https://agrotendencia.tv/agropedia/el-cultivo-del-durazno/>

V. ANEXOS

Anexo 1. Ejemplo de fragmento de tabla de Excel

Estado	2019	2018	2017	...	1980
Aguascalientes					
Baja California					
...					
Zacatecas					
Total					



Anexo 2. Variables climáticas en México de 1980 a 2019. Elaboración propia con datos obtenidos del CRU.

Anexo 3. Mayor y menor temperatura promedio en México, por décadas, de 1980 a 2019. Elaboración propia con datos del CRU.

Temperatura Promedio / Décadas	1980-1989	1990-1999	2000-2009	2010-2019
Mayor	1989: 21.39 °C	1998: 21.87 °C	2009: 22.01 °C	2017: 22.52 °C
Menor	1987: 20.90 °C	1992: 21.2 °C	2004: 21.46 °C	2010: 21.25 °C

Anexo 4. Tabla de mayor y menor temperatura máxima en México, por décadas, de 1980 a 2019. Elaboración propia con datos del CRU.

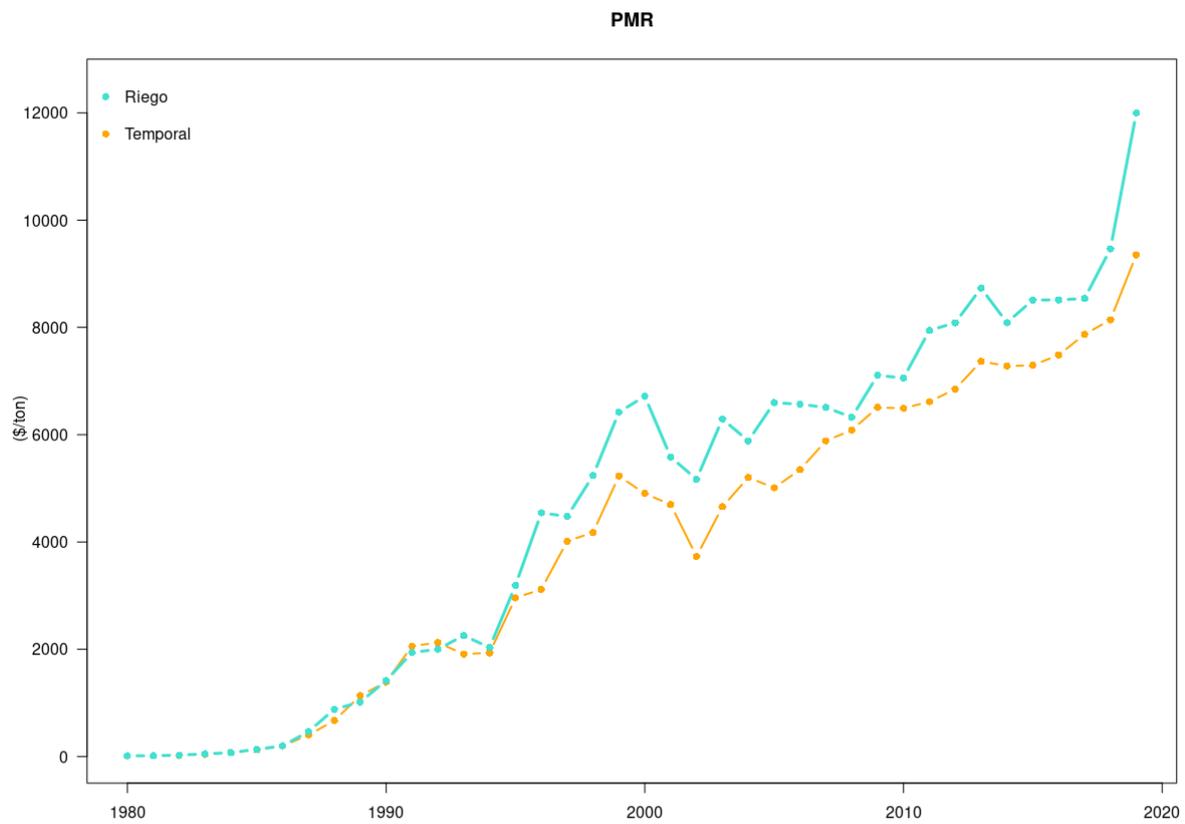
Temperatura Máxima / Décadas	1980-1989	1990-1999	2000-2009	2010-2019
Mayor	1989: 29.22 °C	1998: 29.64 °C	2009: 29.61 °C	2017: 30.12 °C
Menor	1984: 28.32 °C	1992: 28.48 °C	2004: 28.80 °C	2010: 28.83 °C

Anexo 5. Tabla de mayor y menor precipitación en México, por décadas, de 1980 a 2019.

Precipitación / Décadas	1980-1989	1990-1999	2000-2009	2010-2019
Mayor	1984: 72.35 mm/mes	1990: 66.23 mm/mes	2004: 67.95 mm/mes	2010: 67.34 mm/mes
Menor	1980: 58.77 mm/mes	1994: 53.66 mm/mes	2009: 55.84 mm/mes	2011: 57.11 mm/mes

Anexo 6. Tabla de mayor y menor cantidad de heladas en México, por décadas, de 1980 a 2019.

Heladas / Décadas	1980-1989	1990-1999	2000-2009	2010-2019
Mayor	1987: 1.96 días	1997: 1.75 días	2002,2004: 1.44 días	2010: 1.86 días
Menor	1981: 1.44 días	1994: 1.22 días	2003: 1.27 días	2017: 0.93 días



Anexo 7. Precio Medio Rural (PMR) de durazno en México, agricultura de riego y temporal, 1980-2019.