

Declaratorias de desastre y su afectación en los cultivos de temporal más valiosos de Veracruz

Disaster declarations and their effects on the most valuable seasonal crops of Veracruz

Ofelia Andrea Valdés-Rodríguez^{1*} 

¹El Colegio de Veracruz, Carrillo Puerto no. 26, CP. 91000. Xalapa, Veracruz, México

*Autor de correspondencia: dra.valdes.colver@gmail.com

Artículo científico

Recibido: 19 de febrero 2024

Aceptado: 18 de enero 2025

RESUMEN. Los cultivos de temporal son más susceptibles a ser afectados por fenómenos hidrometeorológicos y el Estado de Veracruz es muy vulnerable a estos, dada la gran cantidad de declaratorias de desastre o emergencia (DD) registradas. No obstante, un análisis sobre las relaciones entre las DD contra la productividad y las pérdidas agrícolas no se ha explorado. El objetivo de esta investigación fue determinar la relación entre DD con la productividad y pérdidas de los 10 cultivos más valiosos en los 12 municipios más productivos del Estado durante el periodo 2003-2022. Para ello se correlacionaron datos de producción contra DD a nivel municipal mediante la prueba de Spierman ($P \leq 0.05$). Los resultados indican que el cultivo con mayor superficie siniestrada es el maíz, con significancia estadística para ciclones tropicales, lluvias, inundaciones y sequía. El cultivo con la mayor pérdida económica estimada es la piña, que tuvo significancia estadística con inundaciones. Mientras que la caña de azúcar, que proporciona el valor más alto a nivel estatal, tiene la menor correlación con DD. Se concluye que los 10 cultivos de mayor valor estatal son vulnerables a los fenómenos hidrometeorológicos en los 12 municipios más productivos, con las mayores implicaciones en los cultivos de mayor valor por superficie de cosecha. Los municipios del norte, con mayor producción de cítricos, café y papa son más vulnerables a ciclones tropicales y lluvias, mientras que los municipios del sur, con mayor producción de piña, caña de azúcar y chile verde, son más vulnerables a ciclones, lluvias e inundaciones.

Palabras clave: Fenómenos hidrometeorológicos, rendimientos, superficies siniestradas, valores de producción.

ABSTRACT. Seasonal crops are more susceptible to hydrometeorological phenomena, and the Veracruz state is vulnerable to them since many disaster or emergency declarations (DD) are registered. However, an analysis of these phenomena and the agricultural productivity and losses linked to them has yet to be explored. This research aims to determine the effects of DD on the productivity and losses of the ten more valuable of the 12 more productive municipalities of the state during the 2003-2022 period. Municipal production data against disaster or emergency declaration (DD) were correlated with the Spierman test ($P \leq 0.05$). Results indicate that corn has the most damaged land, statistically significant for tropical cyclones, rains, floods, and droughts. Pineapple has the highest economic losses, which are statistically significant with floods. Sugar cane, which has the highest state value, is also the less vulnerable to DD. It is concluded that the ten more valuable crops are vulnerable to the hydrometeorological phenomena in the 12 more productive municipalities, with the higher implications in crops with higher value by surface. With higher citrus, coffee, and potato production in the north, they are more vulnerable to tropical cyclones and rains. At the same time, in the south, with higher production of sugar cane and pineapple, they are more susceptible to tropical cyclones, rains, and floods.

Keywords: Hydrometeorological phenomena, yield, damaged land, production values.

Como citar: Valdés-Rodríguez OA (2025) Declaratorias de desastre y su afectación en los cultivos de temporal más valiosos de Veracruz. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios 12(1): e4015. DOI: 10.19136/era.a12n1.4015.

INTRODUCCIÓN

El sector agrícola mexicano es fuente para 5.6 millones de personas, quienes trabajan un total de 23.4 millones de hectáreas (ha), de acuerdo con las cifras más recientes proporcionadas por el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP 2023). De estos cultivos, el 44% son plantaciones de temporal, es decir que dependen de la temporada de lluvias (SIAP 2024). Esta situación representa un riesgo para los productores, quienes esperan que el periodo de lluvias se presente en la temporalidad normal de cada sitio. Para el estado de Veracruz, el riesgo es aún mayor, ya que los cultivos de temporal representan el 84% de la producción total. Lo que aumenta la incertidumbre, si se considera que Veracruz está sujeto a fenómenos climáticos, como ciclones tropicales, lluvias excesivas, heladas, granizadas, inundaciones, sequías y vientos fuertes (INEGI 2021a, CENAPRED 2024).

Hay pocas referencias que contrasten los efectos de estos fenómenos en la productividad agrícola, así como su impacto directo sobre los valores de producción a nivel municipal. Algunos trabajos de corte histórico mencionan que los huracanes han sido causa de pérdidas totales de cultivos desde la época de la colonia (García-Acosta y Padilla-Lozoya 2021). Por otro lado, también se documenta que en el sureste del país la sequía ha ocasionado hambrunas por pérdidas de cosechas alimenticias desde la época precolombina, con consecuencias todavía severas hasta el siglo XIX y XX (Domínguez 2016). Por su parte, la Organización Meteorológica Mundial (OMM) indica que, en la región de América Latina y el Caribe, los cambios climáticos han ocasionado perturbaciones en los ciclos de lluvias y secas regionales, provocando alteraciones en los cultivos y bajas en sus rendimientos. Sin embargo, este organismo no reporta cifras específicas sobre cada cultivo y sus reducciones (OMM 2021). Una investigación reciente que analizó relaciones entre varios cultivos y fenómenos climáticos determinó que el maíz es el cultivo más vulnerable en el estado de Veracruz (Valdés-Rodríguez *et al.* 2023). Sin embargo, en esta entidad anualmente se producen en promedio entre 80 y 96 productos agrícolas en la modalidad de temporal (SIAP 2024).

No obstante depender del clima para los ciclos agrícolas, los datos climáticos a nivel municipal no se encuentran actualizados ni están disponibles para todas las localidades del estado (CLICOM 2024), quedando municipios sin cobertura o con series de datos incompletas durante periodos superiores a los 12 meses (Luna-Díaz-Peón y Valdés-Rodríguez 2019). Adicionalmente, el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) tampoco muestra las incidencias de los eventos climáticos a escala municipal (SMN 2023). En este sentido, la mejor aproximación que se tiene para poder relacionar los efectos de los fenómenos hidrometeorológicos sobre los cultivos de temporal a escala municipal son las declaratorias de emergencia o desastre natural (DD), cuyos registros mantiene el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED 2024). Las DD se publican en el Diario Oficial de la Federación (DOF), y por medio de este, la Secretaría de Gobernación reconoce una situación anormal generada por un agente perturbador, así como daños que rebasan la capacidad financiera y operativa local para su atención, de tal forma que los municipios puedan acceder a recursos financieros para la población (CENAPRED 2024). Así, en la base de datos del CENAPRED se muestran los desastres ocurridos por municipio y los fenómenos hidrometeorológicos asociados a ellos desde el año 2000. Ante esto, el objetivo de esta investigación fue determinar la relación entre las declaratorias de desastre o emergencia con la productividad y las pérdidas de los 10 cultivos de

temporal con mayor valor de producción en los 12 municipios más productivos del Estado de Veracruz durante el periodo 2003 al 2022.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estado de Veracruz se ubica en el litoral del Golfo de México, sus coordenadas geográficas son: al norte 22° 28' LN, al sur 17° 09' LN; al este 93° 36' LO, y al oeste 98° 39' LO. La superficie del estado tiene una extensión de 745 km y se divide en 212 municipios. En cuanto a su fisiografía y clima, el estado cuenta con llanuras, lomeríos, y zonas montañosas, por lo que sus climas son diversos, predominando el clima cálido subhúmedo en 52% del territorio, mientras que en el 32% predomina el clima cálido húmedo, en el 9% el clima semicálido húmedo, en el 6% el clima templado húmedo y en 1% el clima semi frío y frío (INEGI 2021b). Por su ubicación, el SIAP considera al Estado en la región sur-sureste (SIAP 2022).

Bases de datos consultadas

Para conocer los datos de producción agrícola se consultaron las bases de datos del SIAP (2024), que se proporcionan a nivel municipal a partir del año 2003, en modalidades de riego y de temporal. Estas estadísticas contienen información de cada producto por localidad, superficie sembrada (ha), superficie cosechada (ha), superficie siniestrada (ha), rendimiento, en $t\ ha^{-1}$, y valor de producción en pesos mexicanos (MX). Para este trabajo, el valor en MX se transformó a dólares estadounidenses (USD), por ser la moneda de referencia internacional que permite comparar resultados con otros países. Para ello se consideró la tasa de cambio promedio anual proporcionada por el Banco de México (Banxico 2024). Para obtener el total de cultivos sembrados en todo el periodo, se contabilizaron los productos por año y se filtraron por porcentaje de producción durante del 2003 al 2022. Para conocer el número de DD que afectaron al estado, se consultaron las bases del Sistema Nacional de consultas de declaratorias (CENAPRED 2024), donde se encuentran datos a nivel municipal desde el año 2000, lo que implicó un análisis del 2003 al 2022, que es el periodo que ambas bases de datos (SIAP y CENAPRED) se pueden correlacionar.

Selección de cultivos y municipios

La selección de los 10 productos con mayor valor de producción se realizó estimando la suma del valor de producción total del periodo 2003 al 2022. Una vez elegidos los cultivos con los valores más altos, se procedió a seleccionar los 12 municipios que obtuvieron las sumas con los mayores valores de producción en todo el Estado durante el periodo de estudio, y que además sembraron al menos dos de los productos de mayor valor. Para cada cultivo seleccionado, municipio y año, se estimó su promedio de rendimiento (R_a), valor de producción (Vp_a), volumen de producción (Vol_a), superficie sembrada (S_a), superficie cosechada (C_a), superficie siniestrada (SS_a); tasa de superficie cosechada (TSC_a), como C_a dividida entre S_a ; el rendimiento promedio del periodo 2003-2022 ($R_{promedio}$), como el promedio de todos los R_a ; y el valor de producción promedio del periodo 2003-2022 ($Vp_{promedio}$), como el promedio de todos los Vp_a ; y la pérdida por ciclo anual por superficie no cosechada (PC_a) de acuerdo con la ecuación siguiente:

$$PC_a = (S_a - C_a) * Vp_a$$

Donde: $(S_a - C_a)$: es la diferencia entre la superficie sembrada y la cosechada, Vp_a : se estima como el promedio del valor de la superficie del producto durante el ciclo. Finalmente, la pérdida total acumulada se estimó como la sumatoria de todas las PC_a del periodo 2003-2022.

Análisis de datos

Para determinar las relaciones entre los datos productivos y las declaratorias de los municipios, los resultados obtenidos de R_a , Vp_a , SS_a , TSC_a , PC_a a nivel municipal, se correlacionaron contra las DD registradas en la base de datos del CENAPRED en su correspondiente localidad. A los datos se les aplicó una prueba de normalidad por el método Kolmogorov-Smirnov, y posteriormente se realizó un análisis correlación de Spearman, dado que los datos no cumplieron las pruebas de normalidad. La estimación de la normalidad, los coeficientes y su significancia estadística ($P \leq 0.05$) se realizó mediante el programa SigmaPlot 10.0. Adicionalmente, la ubicación de los municipios y los datos de los cultivos se cartografiaron mediante el programa Argis 10, para mostrar sus localizaciones y condiciones geográficas (Figura 1).

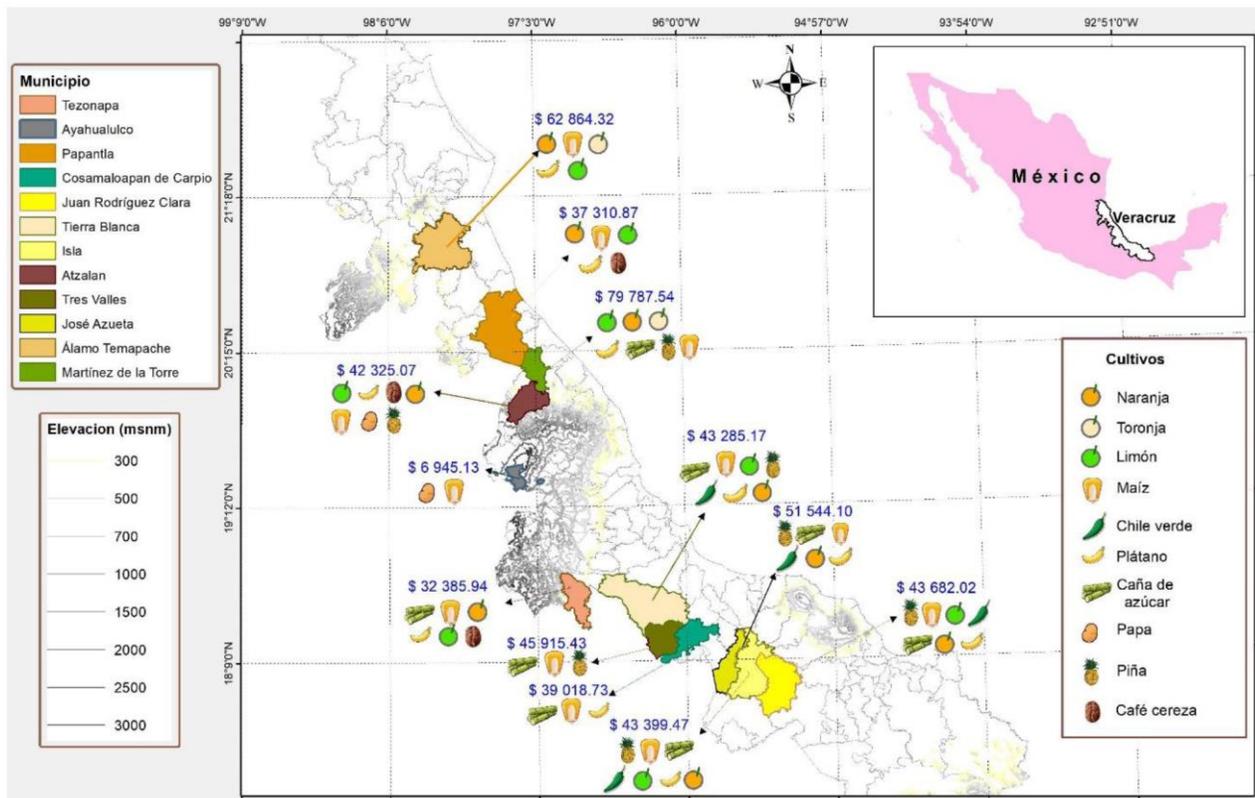


Figura 1. Ubicación, altitudes y productos de los 12 municipios con mayores valores de producción de los 10 cultivos más valiosos del Estado de Veracruz. Los valores totales de producción por municipio (\$) están expresados en miles de USD (INEGI 2020, SIAP 2024).

RESULTADOS

Productos agrícolas del estado de Veracruz con mayor valor de producción

Del periodo 2003 al 2022 se localizaron 101 cultivos de temporal sembrados en el Estado, de los cuales 37 se siembran todos los años y ocupan más del 90% de la superficie de siembra. De estos productos, 35 se sembraron entre el 80 y 90%, ocho entre el 60 y el 75% y seis en 50% del periodo de análisis; lo que indica que al menos 86 productos se produjeron durante el 50% o más del lapso comprendido entre 2003 y 2022. Los cultivos que se siembran anualmente son los que tienen también los mayores volúmenes y valores de producción (Figura). El mayor valor de producción se obtuvo con la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), que alcanzó 454 180 054.91 USD y tuvo el mayor volumen estatal, con 12 793 514 toneladas. El maíz en grano (*Zea mays* L.), generó el 58.95% del valor de la caña, pero ocupó la mayor superficie de siembra del Estado, con 204 656.29 ha. La naranja (*Citrus sinensis* L.), con 183 406 072.12 USD, fue segundo lugar en volumen de producción. La piña (*Ananas comosus* L.) alcanzó el 68.51% del valor de la naranja y solo superó el valor del limón (*Citrus × limon* L.) en 5.55%. El café (*Coffea* spp.), con 90 981 198.13 USD, fue el cuarto lugar en superficie sembrada. El plátano (*Musa paradisiaca* L.) ocupó el 10% de la superficie del café, pero permitió un volumen del 90.4% del mismo. La papa (*Solanum tuberosum* L.) solo ocupó el 28.1% de la superficie del plátano. La toronja (*Citrus × paradisi*) se sembró en el equivalente al 69.9% de la superficie de la papa. Mientras que el chile verde (*Capsicum annuum* L.), obtuvo el menor volumen de producción (28 742 t).

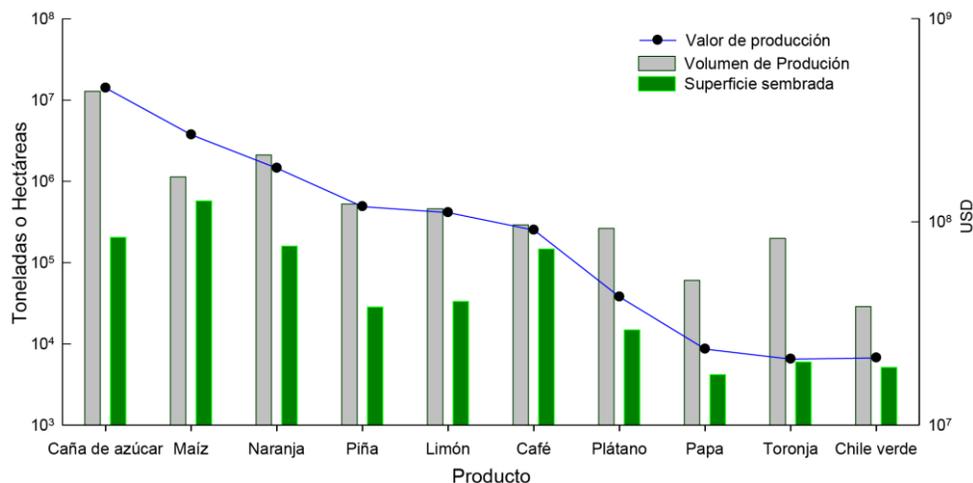


Figura 2. Cultivos con los mayores promedios acumulados de valor de producción en el Estado de Veracruz de 2003 a 2022, valor en dólares estadounidenses (SIAP 2024).

Municipios con los valores de producción más altos

El municipio con los valores más altos fue Martínez de la Torre, seguido de Álamo Temapache, con limón y naranja como sus productos más valiosos en ambos casos. En tercer sitio, se ubicó José Azueta, con la piña como su producto más valioso, y Tres valles, con la caña de azúcar, seguido de Tierra Blanca, Atzalan, Isla y Cosamaloapan de Carpio; mientras que Papantla destacó por su producción de toronja. Los municipios de Ayahualulco y Tezonapa destacaron por su producción de papa y café, respectivamente.

Rendimientos de los 10 cultivos más valiosos de Veracruz

La productividad de los cultivos en los municipios con mayor valor durante el periodo 2003 – 2022 se muestran en la Figura 3. El cultivo con el rendimiento promedio mayor fue la caña de azúcar. Los municipios de Isla y José Azueta fueron líderes en productividad, con 74.8 y 72.36 t ha⁻¹, respectivamente, mientras que Martínez de la Torre obtuvo el rendimiento más bajo (50.37 t ha⁻¹). El segundo cultivo más alto en rendimientos fue la piña, que alcanzó 45.48 t ha⁻¹ en Juan Rodríguez Clara, seguido de Isla, con 45.21 t ha⁻¹. En tercer sitio se encontró la toronja, con su mayor rendimiento en Martínez de la Torre, al promediar 42.81 t ha⁻¹. El plátano también destacó, pero solo en Martínez de la Torre (48.04 t ha⁻¹), puesto que en los otros nueve municipios donde se cultivó no supera las 14 t ha⁻¹. La papa alcanzó 25.17 t ha⁻¹ en Atzalan y 18.58 en Ayahualulco. La naranja y el limón tuvieron en promedio entre 12 y 14 t ha⁻¹ en Martínez de la Torre, Álamo Temapache, Atzalan, Isla, Papantla y Juan Rodríguez Clara. El chile verde promedió 5.24 t ha⁻¹, con los valores más altos en Isla (6.47 t ha⁻¹), mientras que en otros tres municipios donde se cultivó se ubicó entre 3.13 y 6.32 t ha⁻¹. Los cultivos con los menores rendimientos fueron el maíz, con rendimientos máximos promedios de 4.67 t ha⁻¹ en el municipio de Isla, y el café cereza, que apenas alcanzó las 2.39 t ha⁻¹ en Atzalan, donde obtuvo los valores más altos a nivel estatal.

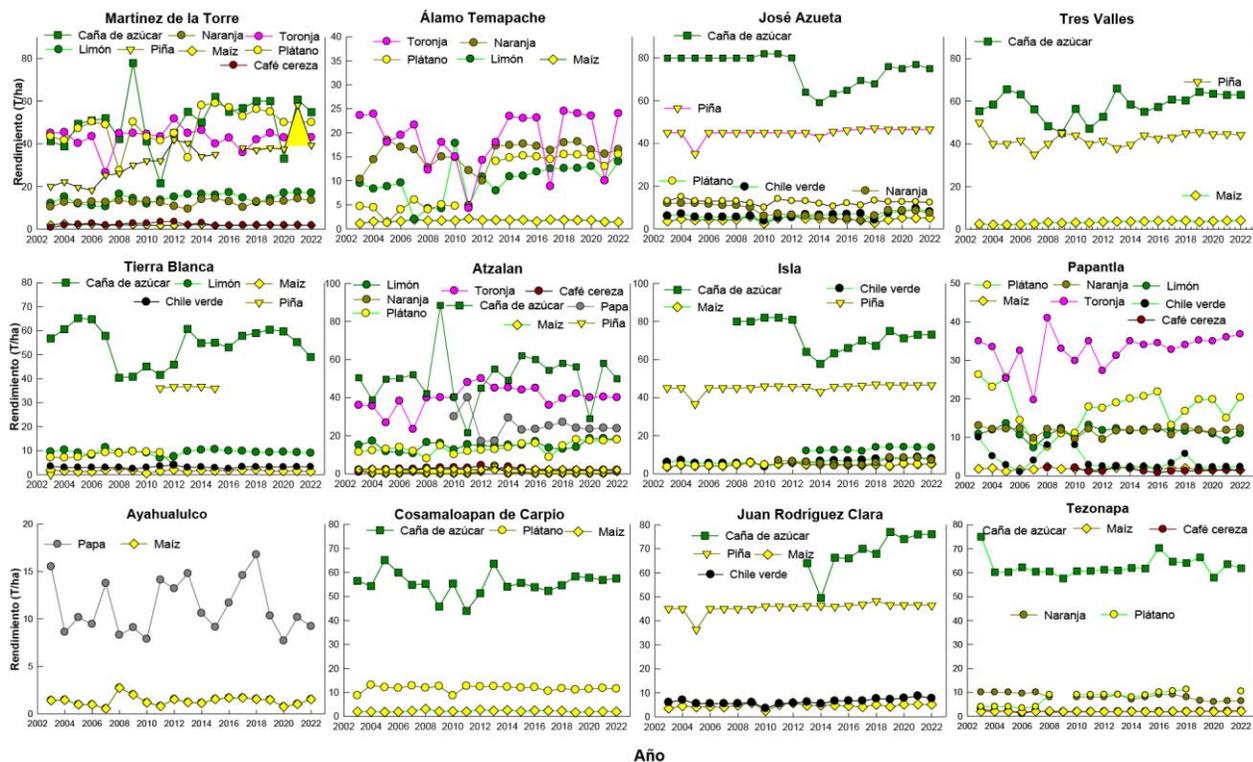


Figura 3. Rendimientos anuales de los municipios que obtuvieron los mayores valores de producción en los 10 cultivos más valiosos del Estado de Veracruz durante el periodo 2003 al 2022 (SIAP 2024).

Superficies siniestradas y rendimientos ante declaratorias de emergencia

Solo tres cultivos reportaron hectáreas siniestradas en los municipios bajo estudio. El maíz, con el mayor número (88 946 ha) y ocurrencia en todos los municipios; el chile verde (2 227 ha), en cuatro

municipios; y la papa (230 ha), en un municipio (Figura 4). El año con mayor superficie siniestrada para maíz, chile verde y papa (2005), también registró la mayor cantidad de DD por ciclones.

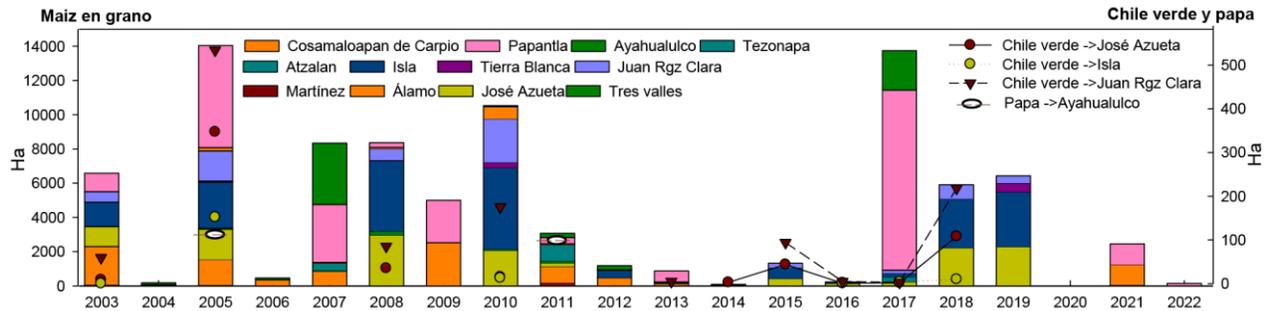


Figura 4. Compendio de superficies de cultivo siniestradas en el Estado de Veracruz durante 2003 a 2022. El eje izquierdo de la Figura corresponde a las superficies siniestradas de maíz y el derecho a chile verde y papa (SIAP 2024).

Para el maíz, las declaratorias por ciclones tuvieron significancia estadística en cinco municipios, seguidas de las inundaciones, con tres, más lluvias y sequías, con un municipio (Figura 5). La mayor superficie siniestrada se reportó en Papantla, con 22 473 ha, y el mayor siniestro en 2017, con 10 522 ha, coincidiendo con dos declaratorias por ciclones. El chile verde manifestó siniestros en tres municipios, pero solamente en José Azueta e Isla con significancia estadística para ciclones. En Juan Rodríguez Clara tuvo la mayor superficie, con 534 ha perdidas en 2005, cuando registró una declaratoria por inundación y tres por ciclones. La papa solo tuvo siniestros en Ayahualulco, en 2005, con 120 ha, que coincidió con tres declaratorias por ciclones, y 2011, con 110 ha y una declaratoria por sequía. Los demás cultivos no reportaron siniestros en los municipios estudiados.

En relación con el rendimiento, todos los municipios cañeros tuvieron DD por lluvias, ciclones e inundaciones, solamente Tierra Blanca fue afectada significativa y negativamente ($P \leq 0.05$) por las lluvias excesivas en su rendimiento (Figura 5). Es importante remarcar que las lluvias ocasionaron la mayor cantidad de declaratorias en todos los municipios, excepto en Atzalan, ubicado en la región centro-norte del Estado, donde los ciclones superaron a las lluvias, aunque solo por dos declaratorias adicionales. Los municipios que cultivaron toronja registraron mayormente declaratorias por ciclones y lluvias, pero únicamente Álamo tuvo una correlación significativa y negativa con los ciclones, al tener 10 declaratorias emitidas desde 2003 al 2022. Los ciclones se correlacionaron de forma negativa con la producción de naranja en Martínez de la Torre y la de limón en Atzalan, pero se correlacionaron positivamente con el rendimiento de la naranja en José Azueta. Las inundaciones se correlacionaron de forma significativa y negativa con el rendimiento del chile en Juan Rodríguez Clara. El rendimiento del maíz se correlacionó de forma significativa y negativa con los ciclones en Juan Rodríguez Clara e Isla, y con las lluvias en Atzalan, José Azueta, Isla y Juan Rodríguez Clara. Mientras que el café no tuvo correlaciones estadísticamente significativas con ningún fenómeno.

Para la relación entre la superficie cosechada y las DD se encontró que los ciclones reducen de forma significativa la tasa de cosechas de maíz y plátano en Martínez de la Torre y Atzalan, aunque afectan de forma positiva y significativa la tasa de cosecha de café cereza en Tezonapa (Figura 5b). Las lluvias afectan de forma negativa la tasa de cosecha del plátano en Álamo, pero positiva la tasa

de la piña y el café en Martínez de la Torre y del plátano en José Azueta. En los municipios del sur del Estado, se encontró que las inundaciones afectan de forma negativa la tasa de cosecha del maíz en Tres Valles, de caña de azúcar en Isla, y de maíz y chile verde en Juan Rodríguez Clara, pero son benéficas para la piña en José Azueta. Mientras que la sequía decremента de forma negativa las tasas de la toronja y el café en Papantla.

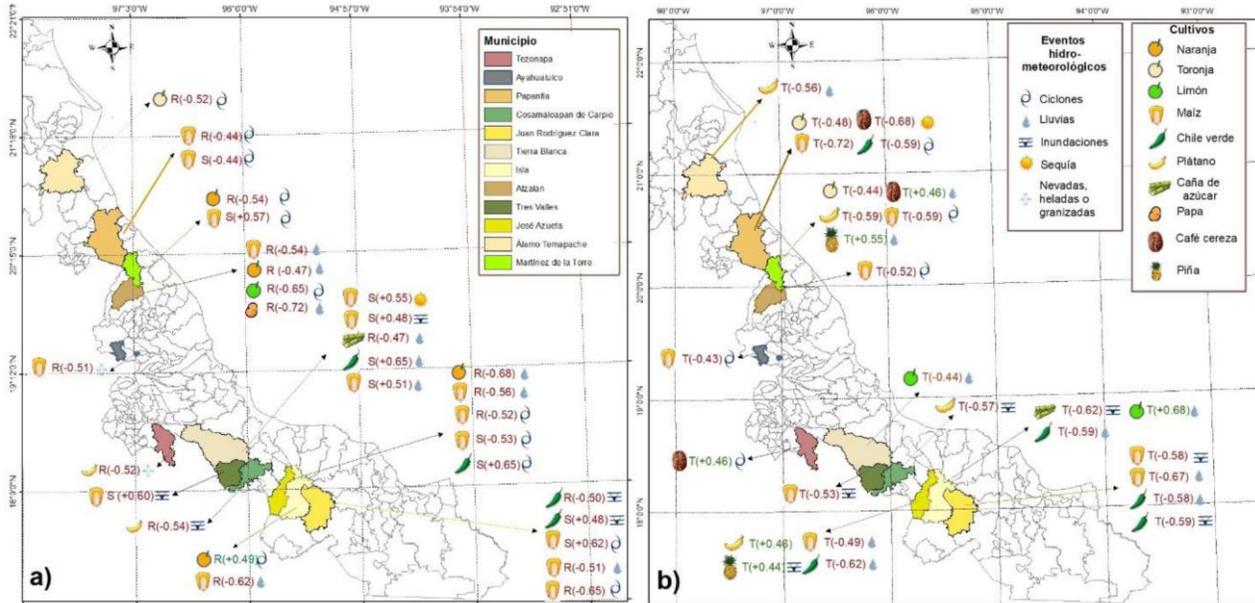


Figura 5. Coeficientes de correlación estadísticamente significativos ($P \leq 0.05$) entre a) Rendimiento agrícola (R) y superficie siniestrada (S), y b) Tasa de superficie cosechada sobre superficie sembrada (T), contra declaratorias de desastre por municipio en el Estado de Veracruz durante 2003 a 2022 (CENAPRED 2024, SIAP 2024).

Pérdidas estimadas por superficie no cosechada

El cultivo con las mayores pérdidas económicas por superficie no cosechada fue la piña. La mayor pérdida se encontró en el municipio de Juan Rodríguez Clara, seguido de Isla y José Azueta, donde las DD por inundaciones son estadísticamente significativas con las pérdidas (Tabla 1). En estos tres municipios el promedio anual de superficie de cosecha fue de 40.3% de lo sembrado. El segundo producto con las mayores pérdidas fue la caña de azúcar, pero solo representó el 4.0% de las pérdidas que se estimaron con la piña y el municipio con mayores pérdidas tuvo decrementos en su superficie de cosecha de 4.5%. El tercer sitio correspondió al maíz, inferior en 49.8% a la caña de azúcar, y con un decremento promedio de su superficie de cosecha de 14.3% en el municipio más afectado, que también se correlaciona de forma significativa con DD por lluvias. El limón, en cuarto sitio con valores del 62.8% del maíz, registró pérdidas significativas con lluvias e inundaciones solamente en el municipio de Isla. Mientras que el plátano, con valores inferiores en 62.7% a los del limón, se correlaciona de forma positiva con los ciclones en Martínez de la Torre. La naranja obtuvo pérdidas 55.5% inferiores a las del plátano y sin significancia estadística con DD. El chile verde, con pérdidas 19.7% menores a la naranja, se correlaciona positivamente con DD por lluvias en los tres municipios (Tabla 1). Es importante remarcar que, aunque en todos los municipios se reportaron DD, no todas fueron estadísticamente significativas con las pérdidas de

los cultivos porque estas también ocurrieron cuando no se registraron DD, por lo que no se puede establecer esa relación en todos los casos.

Tabla 1. Municipios con las mayores pérdidas acumuladas por cultivo y número de declaratorias de desastre por fenómeno ocurridas el mismo año durante el periodo 2003-2022.

Cultivo	Municipio	Valor (USD)	Lluvias	Ciclones	Inundaciones	Sequías
	Juan Rodríguez Clara	58 592 330.39	14	7	4	1
Piña	Isla	54 951 421.95	27	5	4	1
	José Azueta	54 514 770.19	18	4	6-	0
	Tres Valles	2 450 519.78	5	0	5	0
Caña de azúcar	Cosamaloapan de Carpio	2 330 198.11	14	1	5	2
	Tierra Blanca	1 736 857.07	6+	2	0	1
	Isla	991 114.96	22+	3	3	0
Maíz	José Azueta	646 196.43	14	2	5	0
	Papantla	525 545.63	8	16+	0	0
	Martínez de la Torre	798 878.20	17	9	5	0
Limón	Atzalan	434 156.51	7	7	1	0
	Isla	122 248.81	1+	0	1+	0
	Martínez de la Torre	549 245.36	9	10+	1	0
Plátano	Atzalan	126 026.02	7	2	0	0
	Papantla	76 316.38	9	11	0	1
	Álamo Temapache	394 368.65	10	8	3	0
Naranja	Martínez de la Torre	91 871.92	12	9	3	0
	Atzalan	46 283.91	6	4	1	0
	Juan Rodríguez Clara	277 097.61	13+	5	4+	1
Chile verde	José Azueta	137 691.82	13+	2	5	0
	Isla	41 283.26	14+	3	2	0
	Tezonapa	95 321.87	2-	0	0	0
Café cereza	Atzalan	20 324.85	6	3	1	0
	Martínez de la Torre	517.66	0	1	0	0
Papa	Ayahualulco	82 533.76	2	0	0	0
	Martínez de la Torre	64 616.13	16-	8	3	0
Toronja	Atzalan	11 366.96	6	3	1	0
	Álamo Temapache	4 840.38	10	4	3	0

El símbolo + indica una correlación positiva estadísticamente significativa, el símbolo – indica una correlación negativa estadísticamente significativa ($P \leq 0.05$) (CENAPRED, SIAP 2024).

DISCUSIÓN

Productos agrícolas y municipios veracruzanos con mayor valor

De los 10 cultivos con los valores de producción más altos, la caña de azúcar obtiene el mayor volumen y rendimiento por superficie sembrada, tanto a nivel estatal como nacional (SIAP 2024), lo cual repercute en su valor, con un precio promedio por hectárea cosechada de 2 371.56 USD, que se obtuvo durante el periodo de estudio. El estado también posee la mayor cantidad de ingenios, con 18 en operación, de los cuales el 88% se encuentran ubicados del centro al sur (CONADESUCA 2024a). Lo que se relaciona con la mayor producción de esta región, y donde destacan los municipios de Tres Valles, Cosamaloapan de Carpio y Tierra Blanca, con promedios de 18 200 ha sembradas anualmente. El alto volumen de producción de estos sitios se relaciona con las condiciones agroclimáticas óptimas para el cultivo, tales como los tipos de suelo con pH neutro y niveles medios de nutrición para la caña de azúcar (Retureta *et al.* 2020). Adicionalmente, para la caña de azúcar se consideran valores acumulados de precipitación de 1 500 mm anuales y temperaturas promedio entre 26 y 30 °C (CONADESUCA 2024b); condiciones climáticas que se encuentran en estos municipios, con 24 a 28 °C en promedio y precipitaciones anuales acumuladas entre 1 400 y 2 100 mm anuales (SIEGVER 2020c, 2020d, 2021c).

Además de la caña de azúcar, el Estado también es el primer productor nacional de cítricos (SIAP 2024). Destacando por su alto volumen de producción de naranja, limón y toronja, los municipios de Martínez de la Torre y Álamo Temapache. El precio promedio del limón durante el periodo 2003 al 2022 fue de 3 167 USD por ha, y Martínez de la Torre fue el municipio con mayor superficie estatal cosechada (14 169 ha). La naranja obtuvo un valor promedio de 1 154 USD por ha, con Álamo Temapache el primer lugar en superficie cosechada (42 690 ha). Mientras que la Toronja tuvo valores promedio de 3 571 USD por ha, con Álamo también en el primer sitio. Los cítricos en México se producen en climas cálidos subhúmedos, con lluvias en verano, temperaturas entre los 23 y 30 °C y precipitaciones entre 1 100 a 2 200 mm al año para el limón, y 1 200 a 2 300 para la naranja (INIFAP 2017). Mientras que para la toronja se consideran adecuadas precipitaciones de 970 a 1 100 mm anuales y temperaturas medias de 23 °C (Sosa-Sánchez *et al.* 2021). Al respecto, Martínez de la Torre y Álamo Temapache tienen temperatura entre 22 y 26 °C, y precipitaciones acumuladas anuales de 1 400 a 1 600 mm en Álamo y de 1 900 a 2 100 mm en Martínez de la Torre (SIEGVER 2021a, 2021b). El clima en ambos municipios tiene las condiciones óptimas para estos dos cultivos. La aptitud agroclimática de los municipios citrícolas del Estado le ha permitido una alta especialización en estos cultivos a nivel nacional. Mismos que son superiores a otros cultivos como el maíz, trigo y sorgo (Rinconada-Carbajal *et al.* 2021).

Otro cultivo donde Veracruz es primer productor nacional es la piña (SIAP 2022), con el mayor volumen, superando a Oaxaca por 842 467 toneladas. Este cultivo también permite el valor más alto por superficie de cosecha, con 11 893 USD por ha. Los municipios que destacan son Juan Rodríguez Clara, Isla y José Azueta, con superficies promedios de 3 419, 3 192 y 3 166 ha, respectivamente y volúmenes medios de 157 308, 144 567 y 142 915 toneladas, respectivamente. Lo que permitió producir las dos terceras partes del volumen nacional en el 2022. En estos municipios la principal actividad económica es la piña, por lo que se tienen variedades específicas de alta producción (Ramírez-Romero y Figueroa-Rodríguez 2018). Adicionalmente, las temperaturas que

requiere la piña, entre 25 a 27 °C y precipitaciones anuales acumuladas de 1 450 a 1 500 mm (Araya-Carvajal y Pascual-Rivera 2020), se encuentran en los rangos de estos tres municipios, cuya temperatura promedio oscila entre 24 y 28 °C y precipitaciones de 1 100 a 1 600 mm anuales (SIEGVER 2020d), lo que permite cultivar la piña en temporal. En relación al plátano, ocupa el tercer lugar nacional de producción, con valores promedio de 2 993 USD por ha (SIAP 2022). En el estado, Martínez de la Torre obtiene el mayor rendimiento, con 48 t ha⁻¹, lo cual supera a la media nacional por 19 t. Para este cultivo se consideran temperaturas medias entre 20 y 29 °C y precipitaciones anuales acumuladas entre 1 200 y 1 900 mm (de-Olanda-Souza *et al.* 2022). Aunque en estimaciones documentadas se indica que su cultivo puede requerir hasta 1 400 l de agua por kg de fruta (Orozco-Romero y García-Cárdenas 2024), lo que implica que las lluvias escasas fueron el factor principal para los bajos rendimientos estatales obtenidos en Atzalan (13.58 t ha⁻¹), al ser estadísticamente significativa la relación entre declaratorias de sequía y rendimiento agrícola.

La papa, ocupa el segundo sitio en valor por superficie de cosecha, con 5 655 USD por ha, solo se cultiva en las regiones montañosas por arriba de los 1 500 m sobre el nivel del mar (msnm), debido a los requerimientos agroclimáticos de la misma, que la restringen a temperaturas medias de 15 a 20 °C para obtener una buena producción (SIAP 2019). Por ello solo 27 municipios del estado producen papa, entre los que destacan Ayahualulco y Atzalan, ubicados en regiones montañosas con climas semicálidos a fríos (SIEGVER 2020a, 2020b). A pesar de esto, Veracruz ocupa el tercer sitio a nivel nacional, con rendimientos promedio del 79% de la media nacional en Atzalan y 74% en Ayahualulco (SIAP 2022). El chile verde permite obtener 3 207 USD por ha, pero es el que genera el menor volumen de producción en relación con los otros nueve cultivos; y Veracruz no figura entre los 10 primeros productores nacionales (SIAP 2022). De los 10 municipios, el que mayor superficie de siembra posee es Juan Rodríguez Clara, con 405 ha en promedio y rendimientos máximos de 8.7 t ha⁻¹. El chile se cultiva bien en temperaturas de 20 a 26 °C, pero se recomienda un suministro constante de agua (Pedroza-Sandoval *et al.* 2024), lo cual restringe su capacidad de producción como cultivo de temporal, por lo que se considera como la principal razón de su baja superficie de siembra en el Estado.

El café cereza solo permite 655 USD por ha cosechada, pero Veracruz se encuentra en segundo sitio a nivel nacional, con 229 849 toneladas. De los 10 municipios destaca Tezonapa con 15 528 ha sembradas en promedio. El café se produce en temperaturas de 20 a 30 °C y precipitaciones acumuladas anuales de 1 700 a 3 000 mm. Al respecto, Tezonapa posee condiciones agroclimáticas que se consideran acordes a los requerimientos de este cultivo (SIEGVER 2020e). El maíz, a pesar de tener el menor valor promedio por ha (494 USD), es el cultivo de mayor superficie debido a sus usos alimenticios, ya que, no solo es parte de la dieta mexicana, sino que también es alimento para ganado (CONABIO 2020, Díaz-Chuquizuta *et al.* 2022). Adicionalmente, en Veracruz existen diversas variedades adaptadas a los diferentes climas, lo que le permite mayor capacidad de cultivo en diferentes altitudes y latitudes (CONABIO 2022). La entidad veracruzana ocupa el noveno lugar nacional en producción de maíz. No obstante siembra el 82.7% de su maíz en temporal, lo que afecta su continuidad, ya que, los tres municipios líderes en producción estatal y nacional (San Andrés Tuxtla, José Azueta e Isla) tienen una correlación positiva entre superficie siniestrada y sequía, por lo que las bajas precipitaciones o las sequías se consideran como causantes de una

menor producción en este grano (Bada-Carbajal *et al* 2021) y por consiguiente, de menores valores de producción.

Productividad agrícola y declaratorias de desastre o emergencia

La mayor productividad agrícola de la caña de azúcar se debe al volumen de producción superior a la media nacional en 8 toneladas (SIAP 2022). Además, no se encontraron afectaciones entre rendimiento y fenómenos que generan DD; excepto en Tierra Blanca, donde presentaron decrementos del 15% relacionados con DD por lluvias atípicas del 2008 al 2012 (CENAPRED 2024). En este sentido, se ha documentado que las lluvias excesivas pueden ocasionar acame de tallo en las cañas, con pérdida en la interceptación de radiación y decrementos en fertilidad del suelo, al lixiviarse el fertilizante, lo que reduce su productividad hasta en 5.5 t ha^{-1} (Christina *et al.* 2021). En este municipio se obtuvieron reducciones de 13.7 t ha^{-1} en los años en los que se registraron las DD por lluvias, lo cual refleja mayor vulnerabilidad del cultivar en esta región. En el extremo de afectaciones se encontró al maíz, cuyo rendimiento es significativamente afectado por lluvias y ciclones en cuatro municipios del Estado. Para México se considera una lámina acumulada de 444 mm desde la emergencia de la planta hasta la cosecha, con óptimos diarios menores a 5 mm, ya que precipitaciones mayores decrementan su productividad (SIAP-SADER 2018). No obstante, en los registros por lluvias excesivas que han ocurrido en Veracruz se pueden documentar más de 200 mm en un par de días (CLICOM 2024), lo cual excede los requerimientos del maíz. Para los huracanes ocurridos durante las afectaciones se documentan vientos de 155 km h^{-1} y rachas de 195 km h^{-1} en los puntos de impacto (SMN 2023) en municipios como Papantla ubicados en las trayectorias de los eventos, lo que generó 17 declaratorias por ciclones tropicales. Razón por la cual se considera que es la mayor cantidad de ciclones lo que afecta sus tasas de rendimiento, así como superficies siniestradas de maíz. En esta región, durante el periodo evaluado se documentaron trayectorias directas de cinco ciclones: Stan (2005 -categoría 1), Dean (2007 -categoría 5), Barry (2013 -tormenta tropical), Franklin (2017 -categoría 1) y Katia (2017 -categoría 2) (CENAPRED 2024), lo que también coincide con la mayor cantidad de declaratorias por ciclones que registran los municipios vecinos de Martínez de la Torre (13) y Álamo Temapache (13).

En el sur del Estado también se emitieron DD por ciclones, lluvias excesivas e inundaciones. Ya que, además de los ciclones del Atlántico, los que impactan en el pacífico también pueden provocar fuertes lluvias, vientos huracanados e inundaciones (SMN 2023). Aquí predominan llanuras y lomeríos por debajo de los 500 msnm (Figura 1). Las precipitaciones son superiores a 1 500 mm anuales y existen abundantes cuerpos de agua (INEGI 2021a). Lo que explica por qué en los municipios del sur es donde se genera la mayor cantidad de DD por lluvias, con Isla en el primer sitio (27) seguida de Cosamaloapan de Carpio (17), así como la mayor cantidad de DD por inundaciones, con Juan Rodríguez Clara a la cabeza, con siete DD, seguida de Cosamaloapan de Carpio e Isla, ambas con cinco DD (CENAPRED 2024). De ahí que los cultivos de maíz se vieron afectados en rendimientos, tasas de cosecha y superficie siniestrada por ciclones, lluvias e inundaciones en cinco de los siete municipios sureños.

Después del maíz, el chile verde se vio afectado por inundaciones, lluvias y ciclones, en los municipios del sur. El chile verde es la principal variedad que se cultiva por su volumen y valor, ya que se pueden obtener hasta dos cosechas por año. No obstante, su producción a campo abierto

tiene bajos rendimientos, comparados con la media nacional de 20.9 t ha⁻¹ (SIAP 2022), mientras que en Veracruz el municipio con mayores rendimientos, Isla, apenas alcanzó el 38% de este valor en el 2022. En Isla, además se registraron superficies siniestradas significativamente relacionadas con DD por ciclones, ya que, en el 2005, con la presencia de dos DD por estos eventos se siniestraron 152 ha. Otro motivo para los bajos rendimientos de este cultivo es su alta vulnerabilidad a vientos fuertes, lluvias e inundaciones, que pueden provocar enfermedades fungosas, virosis e incremento de plagas, que reducen su productividad (INIFAP 2017).

Por otra parte, Veracruz ocupa el tercer lugar a nivel nacional en producción de plátano, no obstante, el rendimiento promedio solo es del 56% del país, que es de 30.2 t ha⁻¹ (SIAP 2022). Las inundaciones son las que más afectaron la producción en Cosamaloapan, con un decremento en la productividad de 17% cuando se presentaron tres declaratorias. Al respecto, un intervalo de 13 a 24 horas de inundación con 6 a 10 cm requiere labores de drenaje, mientras de 25 a 36 horas y más de 11 cm requiere la eliminación de racimos, porque la presencia de lodo afecta a la fruta y disminuye las tasas de floración y peso, lo que influye en su productividad (Christina *et al.* 2021). Adicionalmente, el agua estancada favorece el transporte de las enfermedades del suelo (Bolaños 2019). Por otra parte, las nevadas, heladas o granizadas, que se han presentado en Tezonapa, se correlacionan de forma negativa con la productividad del plátano, con 9.1% de decrementos cuando se presentaron estos fenómenos. El plátano es muy susceptible a los eventos climáticos y al ataque de gusanos, hongos, bacterias y nemátodos que atacan sus raíces, y afectan la producción regional (Susan-Tepetlan *et al.* 2017).

En cuanto a los cítricos, el municipio con los mayores rendimientos de naranja es Álamo Temapache, que supera la media nacional en 18.7%, mientras que Martínez de la Torre, Papantla y Atzalan poseen valores similares. En el caso del limón, Martínez de la Torre supera a la media nacional en 11% y Papantla tiene rendimientos similares a la media. Pero la toronja destaca por su alto volumen en Atzalan, con rendimientos 2.2 veces superiores a la media nacional, mientras que Martínez de la Torre y Papantla la superan en 1.9 y 1.6%, respectivamente. Destacan también por su mayor superficie de siembra de cítricos los municipios de Álamo Temapache, Martínez de la Torre y Papantla, con 43 355, 28 507 y 15 855 ha cosechadas, respectivamente. Estos valores colocan al Estado como primer productor de cítricos (SIAP 2022). Debido a la aptitud muy alta del Estado para el cultivo de cítricos y a la especialización que estas regiones citrícolas tienen (Rinconada-Carbajal *et al.* 2021), algunos municipios que anteriormente no reportaban siembras de limón, ya se han incorporado a este cultivo, como Juan Rodríguez Clara e Isla. Esto gracias a los paquetes tecnológicos que se han desarrollado en el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias para Veracruz (INIFAP 2017, Ambriz-Cervantes *et al.* 2019), y a que este cultivo permite cosechas durante todo el año (SIAP 2022).

No obstante, los rendimientos de los cítricos se ven impactados negativamente hasta en 30%, con pérdidas en superficie de cosecha equivalentes a 412 ha cuando se presentan DD por ciclones en Martínez de la Torre, para el caso de la naranja. El limón y la toronja también se ven afectados por los ciclones en los municipios de Álamo Temapache y Atzalan. En Álamo, el caso más crítico ocurrió en el 2007, cuando la producción del limón bajó su rendimiento al 20% del 2006 y se decretaron cuatro DD por ciclones. Mientras que la toronja en el 2017 redujo su rendimiento hasta el 38% con la presencia de ciclones e inundaciones. Al respecto, se documenta que la naranja, la

toronja y el limón son cultivos que cuentan con seguro catastrófico contra riesgos como ciclones e inundaciones (Santos-Ramos y Sánchez-Román 2024); no obstante, este no se cubre cuando las pérdidas son menores al 69% de la superficie siniestrada. Debido a ello, es posible que por eso no se reportaron los daños en las estadísticas del SIAP de los años afectados (SIAP 2024). No obstante, los efectos se reflejan en los bajos rendimientos. Ante esta situación se considera que las cifras del SIAP deben tomarse con cautela, ya que los fenómenos climatológicos podrían estar provocando mayores daños de los que se reportan oficialmente. Situación que requiere investigaciones futuras.

En el sur de Veracruz, en el municipio de Tierra Blanca, las lluvias atípicas causan decrementos del 3% en la superficie de cosecha de limón. Al respecto, se reporta que los productores de cítricos del sur del país han experimentado un aumento de plagas y enfermedades por lluvias excesivas e inundaciones en sus cultivos, lo cual les afecta en la productividad de sus cultivos (Rosales-Martínez *et al.* 2020). Por el lado contrario, en el municipio de Isla las lluvias favorecen la tasa de superficie de cosecha, puesto que en los años sin estas declaratorias la tasa bajó en 48%. Aunque no es posible corroborar si esta situación se debió a falta de lluvias, ya que no se encontraron registros en el SMN posteriores a 2018 (CLICOM 2024). Lo que se documenta es que en el 2020 no existieron problemas por sequía en el Estado de Veracruz, de acuerdo con los reportes del Monitor de Sequía en México (SMN 2024). No obstante, en una investigación con productores de cítricos de Tabasco, se indica que los retrasos en el periodo de lluvias y temperaturas más altas que se registran en los últimos años sí les impactaron en el rendimiento de sus cultivos, que ahora ellos consideran son menores (Rosales-Martínez *et al.* 2020).

Las lluvias en exceso y las inundaciones también tienen impactos negativos en el rendimiento y la superficie de cosecha del chile verde en los municipios sureños de Juan Rodríguez Clara, Isla y Tierra Blanca. Estos municipios tienen volúmenes máximos de rendimiento que solo alcanzan el 37% de la media nacional (SIAP 2022). Esto se debe a la alta incidencia de plagas y enfermedades virales que requieren fuertes controles y son más difíciles de mantener en campo abierto, que es como se cultiva en la modalidad de temporal (INIFAP 2017). Adicionalmente, se reconoce que a campo abierto los rendimientos obtenidos suelen ser del 36% de los rendimientos bajo invernaderos (Aguirre-Mancilla *et al.* 2017). Por lo que las cifras obtenidas en Veracruz son congruentes con la producción nacional bajo esta modalidad.

Para la producción de piña, las DD por lluvias e inundaciones inciden de forma positiva sobre la tasa de cosecha en los municipios de Martínez de la Torre y José Azueta, con incrementos del 11% en el primero y 200% en el segundo. Esto sucedió posterior a un año de sequías, cuando en la entidad se registraron más declaratorias por el fenómeno, que fue en 2019, mientras que en el 2020, ya no se presentaron DD por sequías porque se desarrollaron varios ciclones tropicales, que aunque no impactaron en los municipios antes mencionados, sí aumentaron la cantidad de lluvias en la región (SMN 2023), lo que desencadenó las DD, pero al mismo tiempo favoreció la tasa de cosecha de este producto. Ya que se reporta que la piña es un cultivo con altos requerimientos hídricos mensuales, por lo que incluso se recomienda proteger el suelo donde se siembra, para evitar pérdidas por transpiración (Araya-Carvajal y Pascual-Rivera 2020).

En relación con el café cereza, los cuatro municipios bajo estudio tienen rendimientos ligeramente superiores a la media nacional, con Atzalan en los máximos valores (2.39 t ha⁻¹), mismos que

superan a la media nacional por 59%. Este municipio también posee la mayor superficie de siembra, con 8 201 ha. Atzalan posee regiones con precipitaciones anuales acumuladas de 1 900 a 2 600 mm y rangos de temperatura entre 14 y 26°C (SIEGVER 2020a); mientras que para cafetales bajo sombra se consideran valores entre 18 a 21° C, como adecuados (Quiroz-Guerrero *et al.* 2022). En relación con las DD, los ciclones benefician la tasa de cosecha en el municipio de Tezonapa, ya que este es el más alejado de la costa de todos los municipios (INEGI 2021a), por lo que el impacto de estos fenómenos ha favorecido las precipitaciones y las tasas de cosecha son hasta 6% superiores en los años en los que se han reportado DD por estos eventos. Por su parte, en Papantla, el café se vio afectado por la sequía, con decrementos en tasas de cosecha de 34% cuando se presentó una DD por este evento. Esto se debe a que la sequía afecta negativamente el desarrollo de la cereza, por las altas demandas hídricas del café (Gabriel-Hernández y Barradas 2024). Debido a ello, Papantla también es el municipio con menor superficie sembrada de café, ya que actualmente solo se reportan 12 ha en el sitio. Esto se corrobora también con los incrementos en las tasas de cosecha del municipio vecino de Martínez de la Torre, donde el mismo año, cuando no se presentaron DD por lluvias, la tasa de cosecha se redujo en 17% (SIAP 2024).

Pérdidas estimadas por superficie no cosechada y declaratorias de desastre o emergencia

El análisis de las pérdidas por superficies no cosechadas determinó que el cultivo con mayores pérdidas, fue la piña, debido a su alto valor de producción y su baja tasa de cosecha en los municipios con superficies de siembra entre 8 000 y 10 500 ha, las cuales han disminuido en los años recientes en más de 1 000 ha para José Azueta y Juan Rodríguez Clara (SIAP 2024). La correlación significativa con DD por inundaciones en José Azueta se debe a que el año en que se emitió una DD por inundaciones, fue cuando se registró la mayor tasa de cosecha, con 79%, siendo el promedio de todo el periodo de solo 39%. Debido a la baja tasa de cosecha de estos tres municipios, las pérdidas por superficie no cosechada superan a los valores de producción que la piña alcanza en estos sitios. Ya que, a pesar de que en los tres municipios se tienen reportes de producción de piña durante todos los años del periodo evaluado, no se encontraron mejoras graduales en las tasas de cosecha, ya que solo en algunos años tuvieron incrementos entre el 10 y el 20% arriba de su promedio, pero al año siguiente volvieron a decrecer al 30 o 40%. Estudios sobre potencial agro-productivo indican que la región con mayor superficie de siembra también es la que mayor potencial obtiene dadas las condiciones agroclimáticas que aquí se presentan, con abundantes cuencas hidrológicas y temperaturas cálidas (Uresti-Gil *et al.* 2020). No obstante, dada la ubicación de los municipios productores, estos son los más afectados por huracanes en el estado de Veracruz, tanto del Pacífico como del Atlántico (NOAA 2024), con afectaciones estadísticamente significativas en estos municipios (Valdés-Rodríguez *et al.* 2023).

La caña de azúcar debe su segundo sitio a pérdidas por superficie y volumen de producción de los municipios afectados, que también siembran las mayores extensiones. Este cultivo cuenta con apoyo gubernamental, y el Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar (CONADESUCA), que brinda información sobre las regiones productoras del país, pronósticos meteorológicos para el cultivo y subsidios para productores, entre otros. En la época invernal, que suele ser de estiaje en el sur del Estado, el déficit hídrico y las bajas temperaturas afectan de forma negativa la productividad de la caña; mientras que, durante la época de zafra, una baja humedad atmosférica y del suelo, escasas precipitaciones, alta insolación y días frescos pero libres de heladas,

incrementan el contenido de sacarosa y mejora la cosecha (CONADESUCA 2024a). Situación que coincide con menores rendimientos y tasas de cosecha obtenidos en Tierra Blanca e Isla.

El maíz, aunque es el cultivo con mayor extensión estatal y superficies siniestradas a causa de DD, tuvo pérdidas menores a la caña de azúcar debido a su bajo valor de producción, que es de solamente el 21% de lo que se obtiene por la misma superficie de caña de azúcar (Tabla 1). En el municipio de Isla, las pérdidas se relacionan con su mayor cantidad de declaratorias por lluvias, mientras que en Papantla los ciclones tropicales se relacionaron con mayores superficies siniestradas. Este cultivo también fue el único que fue estadísticamente significativo en superficie siniestrada por sequías en el municipio de Tierra Blanca, y es el cultivo más sensible a eventos hidrometeorológicos de los 10 productos analizados. Ya que demostró afectaciones por mayor cantidad de los eventos registrados: lluvia, ciclones, inundaciones, heladas y sequías. Esto se debe a que se siembra en todos los municipios analizados y a es un cultivo de ciclo corto, por lo que tanto los eventos de primavera-verano, como los de otoño-invierno impactan sobre su cosecha (SIAP-SADER 2018). A pesar de ello, las superficies de cosecha no han decremado en ninguno de los 12 municipios analizados debido a la fuerte demanda nacional que no se logra cubrir con la producción local (SIAP 2022).

El limón es otro producto que asocia su valor y superficie sembrada con mayores pérdidas en los municipios de Martínez de la Torre y Atzalan, con 14 393 y 5 009 ha, respectivamente. Mientras que, en Isla, donde se reportan cosechas desde el 2011, las lluvias y las inundaciones fueron estadísticamente significativas con reducciones en superficie de cosecha del 48%. Aunque se infiere que este municipio no tiene la experiencia de la región citrícola de Martínez de la Torre, por iniciarse las cosechas hasta 2013, y por tener alta incidencia de inundaciones, que producen pudrición de la base del tallo de las plantas y afecta la producción en el largo plazo (Pérez-Jiménez y Pérez-Tornero 2021).

Para el plátano, las mayores pérdidas de Martínez de la Torre se relacionan con las 10 DD que se han emitido por ciclones, ya que se reporta que estos eventos han destruido plantaciones completas en la región (Soriano 2021), donde también se ubican Papantla y Atzalan (Figura 1). El chile verde destaca porque, a pesar de la poca superficie de siembra, inferior a las 500 ha, tiene fuertes pérdidas en relación con los otros cultivos; ya que los municipios del sur, donde se cultiva, son los que más DD por lluvias e inundaciones registran; con decrementos en la superficie de cosecha del 54 al 79%, y con mayores pérdidas en Juan Rodríguez Clara, por ser el sitio con mayor superficie siniestrada. Este cultivo también posee una fuerte tradición en la dieta mexicana, pero Veracruz no cuenta con el nivel de tecnificación de los Estados del norte del país (Aguirre-Mancilla *et al.* 2017), y la producción a cielo abierto y de temporal en esta región es altamente vulnerable a los fenómenos climáticos (INIFAP 2017), de ahí que su superficie de siembra no haya registrado incrementos sostenidos a lo largo del periodo de análisis (SIAP 2024). El café cereza, se cultiva en una superficie superior en más del 900% a la del chile, el limón, el plátano o la toronja, reporta sus mayores pérdidas en Tezonapa, donde se siembran 15 903 ha. Este municipio tuvo significancia estadística con las DD por lluvias, pero en favor de su tasa de cosecha y por tanto en reducción de pérdidas. Aunque estas son del 6% en Tezonapa, no obstante, por el número de hectáreas que este municipio posee y por el costo del café cereza, las pérdidas son mayores. Mientras que en Martínez de la Torre las reducciones son del 17%, pero el promedio de siembra es de solo 68 ha, mismas que han

disminuido a menos del 50% de lo que se sembrada en el 2003. Al respecto, se ha documentado que la producción de café cereza no es muy redituable para los productores y que estos tampoco poseen tecnologías adecuadas para mejorar sus ingresos, por lo que muchos han abandonado este cultivo o lo han sustituido por otros cultivos más rentables (Gasperín-García *et al.* 2022). Esta situación se puede apreciar también en el decremento de la superficie de siembra estatal, que presenta una caída gradual desde el 2003 hasta el 2022 (SIAP 2024).

La toronja es el cultivo que menos pérdidas de los 10 cultivos analizados tiene. Este cultivo permite 28% más ganancia que el limón y 51% más que la naranja, pero el área de siembra es solo 18 y 4% la del limón y la naranja, respectivamente. De ahí que las pérdidas por superficie no cosechada sean menores. Aunque aun así la pérdida por unidad de área por el cultivo de limón es 30% superior a la de la toronja. No obstante, no se encontró un incremento de superficie de siembra ni de volumen de producción ni a nivel estatal, ni en los municipios estudiados durante el periodo de análisis (SIAP 2024). Veracruz es el Estado con mayor especialización en cultivo de toronja (Rinconada-Carbajal *et al.* 2021).

CONCLUSIONES

En el Estado de Veracruz el rendimiento de los 10 cultivos más valiosos en los 12 municipios más productivos tuvo correlaciones negativas y significativas con las declaratorias de desastre o emergencia por lluvias (42%), seguidas de los ciclones (38%), mientras que las inundaciones y nevadas solo fueron significativas en dos municipios (8%). El cultivo con mayor superficie siniestrada fue el maíz (con un promedio de 34 mil ha por año), a causa de ciclones, lluvias, inundaciones y sequía; seguido del chile verde (con un promedio de 299 ha por año), por ciclones, lluvias e inundaciones. Las mayores pérdidas económicas estimadas se obtuvieron con la piña (\$8 431 USD por año) en los municipios con la mayor cantidad de declaratorias por lluvias e inundaciones. Por su ubicación geográfica se considera que, en los municipios del norte de la entidad, donde predominan los cultivos de cítricos, café y papa, los ciclones y las lluvias son la mayor amenaza a la productividad; mientras que, en los municipios del sur, donde predominan cultivos de caña de azúcar, piña y chile verde, las mayores afectaciones provienen de las lluvias, seguidas de los ciclones y las inundaciones. Los fenómenos que menor incidencia tienen sobre la productividad agrícola de los cultivos más valiosos del estado de Veracruz son las heladas o nevadas.

AGRADECIMIENTOS

Al Sistema Nacional de Investigadores e Investigadoras del CONAHCYT por el apoyo otorgado a esta investigadora mediante el SNII.

LITERATURA CITADA

- Aguirre-Mancilla CL, Iturriaga-de-la-Fuente G, Ramírez-Pimentel JG, Covarrubias-Prieto J, Chablé-Moreno F, Raya-Pérez JC (2017) El chile (*C. annuum* L.), cultivo y producción de semilla. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria de México* 5(1): 19-31.
- Ambriz-Cervantes R, Ariza-Flores R, Alía-Tejacal I, Gaona-García Á (2019) Bioestimulantes y prácticas para la producción de limón persa en invierno. 72a ed. Zacatepec: INIFAP, Zacatepec. 27p.
- Araya Carvajal S, Pascual-Rivera AE (2020) Agro-Climatic factors required for the correct development of pineapple (*Ananas comosus* (L.) Merr.) cultivation. *Agro Productividad* 13(10): 19-25. <https://doi.org/10.32854/agrop.v13i10.1687>.
- Bada-Carbajal LM, Osorio-Antonia J, Ramírez-Hernández Z (2021) Evolución de La Producción Del Maíz En Veracruz, México. *Investigación Administrativa* 50-2(128): 1-16. <https://doi.org/10.35426/IAv50n128.07>
- Banxico (2024) Serie histórica diaria del tipo de cambio peso-dolar -(CF373). Sistema de Información Económica. México. 2024. Banco de México. <https://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?sector=6&accion=consultarCuadro&idCuadro=CF373&locale=es>. Fecha de consulta: 03 enero de 2024.
- Bolaños E (2019) Efecto de las inundaciones en las plantaciones bananeras del Caribe de Costa Rica. *Corbana* 45(65): 131-40.
- CENAPRED (2024) Sistema de consulta de declaratorias. Sistema de Consulta de Declaratorias. México. 2024. Centro Nacional de Prevención de Desastres. <http://www.atlasmnacionalderiesgos.gob.mx/apps/Declaratorias/>. Fecha de consulta: 22 agosto de 2023.
- Christina M, Jones MR, Versini A, Mézino M, Le Mézo L, Auzoux S, Soulié JC, Poser C, Gérardeaux E (2021) Impact of climate variability and extreme rainfall events on sugarcane yield gap in a tropical Island. *Field Crops Research* 274: 108326. <https://doi.org/10.1016/J.FCR.2021.108326>.
- CLICOM (2024) Base de datos meteorológicos del servicio meteorológico nacional. Servicio Meteorológico Nacional. México. 2024. Climate Computing Projetc. <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica>. Fecha de consulta: 30 septiembre de 2023.
- CONABIO (2020) Maíces. Biodiversidad Mexicana. 2020. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/alimentos/maices>. Fecha de consulta: 27 julio de 2022.
- CONABIO (2022) Razas de maíz de México. Biodiversidad Mexicana. 2022. <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/alimentos/maices/razas-de-maiz>. Fecha de consulta: 02 marzo de 2022.
- CONADESUCA (2024a) Directorio de ingenios. Geoportal del CONADESUCA. 2024. Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar. https://www.siiba.conadesuca.gob.mx/geoportalconadesuca/Directorio_De_Ingenios.aspx. Fecha de consulta: 31 enero de 2024.
- CONADESUCA (2024b) Caña de azúcar: precipitación. Editado por CONADESUCA. Geoportal del CONADESUCA. México, México: SADER. enero de 2024. <https://conadesuca.maps.arcgis.com/apps/Cascade/index.html?appid=3287f2c5ec2c49abb9cd15ff6b67584e>. Fecha de consulta: 02 de febrero de 2024.
- Díaz-Chuquizuta P, Hidalgo-Melendez E, Cabrejo-Sánchez C, Valdés-Rodríguez OA (2022) Respuesta del maíz (*Zea mays* L.) a la aplicación foliar de abonos orgánicos líquidos. *Chilean Journal of Agricultural & Animal Sciences* 38(2): 144-53. <https://doi.org/10.29393/CHJAA38-14RMPO40014>.

- 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.
- Hernández Loarry G, Barradas VL (2024) Panorama of coffee cultivation in the Central Zone of Veracruz state, Mexico: Identification of main stressors and challenges to face. *Sustainability* 16(2). <https://doi.org/10.3390/su16020802>.
- Gabriel-Hernández L, Barradas VL (2024) Panorama of Coffee Cultivation in the Central Zone of Veracruz State, Mexico: Identification of Main Stressors and Challenges to Face. *Sustainability* 16(2): 1-26. <https://doi.org/10.3390/su16020802>
- García-Acosta V, Padilla-Lozoya R (2021) Historia y Memoria de los Huracanes y otros Episodios Hidrometeorológicos Extremos en México. García-Acosta V Padilla-Lozoya R (eds). 1a ed. Vol. 5. Universidad de Colima, Universidad Veracruzana, Centro de Investigaciones. México pp. 248-253.
- Gasperín-García EM, Platas-Rosado DE, Zetina-Córdoba P, Vilaboa-Arroniz J, Dávila FM (2022) Calidad de vida de los cafecultores en las Altas Montañas de Veracruz, México. *Agronomía Mesoamericana* 34(1): 50163. <https://doi.org/10.15517/am.v34i1.50163>.
- INEGI (2020) El Inegi y Agricultura presentan los resultados de la encuesta nacional agropecuaria (ENA) 2019. Prensa. 2020. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/el-inegi-y-agricultura-presentan-los-resultados-de-la-encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2019?idiom=es#:~:text=Inegi y Agricultura dan a,produce en el campo mexicano. Fecha de consulta: 02 enero de 2022.>
- INEGI (2021a) Aspectos geográficos Veracruz. México, Méxicuo. 35p. https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/areasgeograficas/resumen/resumen_30.pdf. Fecha de consulta: 22 enero de 2022.
- INEGI (2021b) Clima Veracruz de Ignacio de la Llave. Cuéntame: Información por entidad. 2021. <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/ver/territorio/clima.aspx?tema=me&e=30>. Fecha de consulta: 01 marzo 2020
- INIFAP (2017) Agenda técnica agrícola de Veracruz. 1a ed. SAGARPA. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias. México. https://vun.inifap.gob.mx/VUN_MEDIA/BibliotecaWeb/_media/_agendas/4147_4844_Agenda_Técnica_Veracruz_2017.pdf. Fecha de consulta: 11 septiembre de 2023.
- Luna-Díaz-Peón A, Valdés-Rodríguez OA (2019) Implicaciones de las bases de datos climatológicas del estado de Veracruz sobre investigaciones de cambio climático: Tres estudios de caso. *Quehacer Científico en Chiapas* 14(2): 15-20.
- Olanda-Souza, GHde, Oliveira-Aparecido LEde, Lima RFde, Botega-Torsoni G, Gaspar-Chiquitto A, Cabralde-Moraes JR (2022) Agroclimatic zoning for bananas under climate change in Brazil. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 102(14): 6511-29. <https://doi.org/10.1002/JSFA.12018>.
- OMM (2021) El estado del clima en América Latina y el Caribe. Gêneve. Organización meteorologica mundial. Suiza. 31p.
- Orozco-Romero J, García-Cárdenas A (2024) Manejo, nutrición, agua y sostenibilidad de bananos y plátanos: la experiencia mexicana. *Acorbat Revista de Tecnología y Ciencia* 1(1): 92. <https://doi.org/10.62498/ARTC.2492>
- Pedroza-Sandoval A, Minjares-Fuentes JR, Trejo-Calzada R, Gramillo-Avila I (2024) Physiological and productivity responses in two chili pepper morphotypes (*Capsicum annuum* L.) under different soil moisture contents. *Horticulturae* 10(1): 92. <https://doi.org/10.3390/horticulturae10010092>.
- Pérez-Jiménez M, Pérez-Tornero O (2021) Short-term waterlogging in Citrus rootstocks. *Plants* 10(12): 2772. <https://doi.org/10.3390/plants10122772>

- Quiróz-Guerrero I, Pérez-Vázquez A, Velasco-Velasco J, Benitez-Badillo G (2022) Resiliencia del agroecosistema café ante el cambio climático. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 25(104): 1–10.
- Ramirez-Romero S, Figueroa-Rodríguez KA (2018) Análisis estratégico de la competitividad territorial de la zona piñera de Veracruz, México. *Agro productividad* 7(6): 52-58
- Retureta Aponte A, Hernández Acosta E, Salazar Gómez AL, Tinoco Alfaro CA, Vázquez Luna D, Carmona Díaz G (2020) Fertilidad y producción de caña de azúcar en Hueyapan De Ocampo, Veracruz, México. *Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan* 8(2): 118-127. <https://doi.org/10.47808/revistabioagro.v8i2.186>
- Rinconada-Carbajal F, García-Fernández F, Serna-Hinojosa JA (2021) Specialization and comparative advantage of the citrus sector in Mexico: 1990-2018. *Economía Teoría y Práctica* 30(56): 155-74. <https://doi.org/10.24275/ETYP/AM/NE/562022/Rinconada>.
- Rosales-Martínez V, Rubio AF, Casanova-Pérez L, Fraire-Cordero S, Flota Bañuelos C, Galicia-Galicia F (2020) Percepción de citricultores ante el efecto del cambio climático en Campeche. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 11(4): 727-40. <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i4.1898>.
- SIAP (2019) La papa, el cuarto cultivo de mayor producción en el mundo. Papa. 2019. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. <https://www.gob.mx/siap/articulos/la-papa-el-cuarto-cultivo-de-mayor-produccion-en-el-mundo>. Fecha de consulta: 03 agosto de 2023.
- SIAP (2022) Panorama Agroalimentario 2022. Sader. México, México: SAGARPA, (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural). 218p. https://nube.siap.gob.mx/panorama_siap/pag/2022/Panorama-Agroalimentario-2022.
- SIAP (2023) Panorama Agroalimentario 2023. Sistema de información agrícola y pesquera. 2023a ed. Vol. 1. México, México: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. 220p. <https://www.gob.mx/siap/articulos/panorama-agroalimentario-2023-la-edicion-estadistica-mas-importante-del-sector-agroalimentario>. Fecha de consulta: 03 agosto de 2023.
- SIAP (2024) Estadística de Producción Agrícola. SIAP. México. 2024. <http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos.php>. Fecha de consulta: 31 julio de 2023
- SIAP (2024) Panorama Agroalimentario. La ruta de la Transformación Agroalimentaria 2018-2024. Ornelas (Ed). Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. https://drive.google.com/file/d/1NXcDhaB63Z94wjRUVF6f_FK0Urv6cgvJ/view. Fecha de consulta: 20 agosto de 2024.
- SIAP-SADER (2018) Aptitud agroclimática del maíz en México. Editado por Dicción de Soluciones Geoespaciales. 1a ed. Vol. 01. Mexico: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. México. 18p.
- Santos-Ramos Y, Sánchez-Román J (2024) Seguro agrícola catastrófico. Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Rural y Pesca del Estado de Veracruz. Xalapa, México, 7p.
- SIEGVER (2020a) Atzalan. Editado por Subsecretaría de Planeación. 2020a ed. Xalapa-Enríquez: Gobierno del Estado de Veracruz. Sistema de Información Estadística y Geográfica del Estado de Veracruz. 11p.
- SIEGVER (2020b) Ayahualulco. Editado por Subsecretaría de Planeación. 2020a ed. Xalapa-Enríquez: Gobierno del Estado de Veracruz. 11p.
- SIEGVER (2020c) Cosamaloapan de Carpio. 2020a ed. México, México: Gobierno del Estado de Veracruz. http://ceieg.veracruz.gob.mx/wp-content/uploads/sites/21/2020/12/Cosamaloapan_2020.pdf. Fecha de consulta: 10 agosto de 2024.
- SIEGVER (2020d) Juan Rodríguez Clara. Editado por Subsecretaría de Planeación. 2020a ed. Xalapa-Enríquez: Gobierno del Estado de Veracruz. http://ceieg.veracruz.gob.mx/wp-content/uploads/sites/21/2020/12/Juan-Rodríguez-Clara_2020.pdf. Fecha de consulta: 20 junio de 2024.

- SIEGVER (2020e) Tezonapa. Editado por Subsecretaría de Planeación. 2020a ed. Xalapa-Enríquez: Gobierno del Estado de Veracruz. 11p.
- SIEGVER (2021a) Álamo Temapache. 2021a ed. Xalapa-Enríquez, México: Gobierno del Estado de Veracruz. 11p.
- SIEGVER (2021b) Martínez de la Torre. 2021a ed. Xalapa-Enríquez, México: Gobierno del Estado de Veracruz. 11p.
- SIEGVER (2021c) Tierra Blanca. Cuadernill. Xalapa-Enríquez, México: Gobierno del Estado de Veracruz. 11p. h
- SIEGVER (2021d) Tres Valles. Editado por Cuadernillos Municipales 2021. 2021a ed. Xalapa-Enríquez, México: Gobierno del Estado de Veracruz. 11p.
- SIEGVER (2023) Papantla. Editado por DGPE SEFIPLAN, Subsecretaría de Planeación. 2023a ed. Xalapa-Enríquez, México: Gobierno del Estado de Veracruz. 13p.
- SMN (2023) Ciclones tropicales en el oceano Atlántico y Pacífico. Información histórica. 2023. Servicio Meteorológico Nacional. <https://smn.conagua.gob.mx/es/ciclones-tropicales/informacion-historica>. Fecha de consulta: 08 septiembre de 2023.
- SMN (2024) Monitor de Sequía en México. Servicio Meteorológico Nacional. 2024. <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/monitor-de-sequia/monitor-de-sequia-en-mexico>. Fecha de consulta: 12 junio de 2023
- Sosa-Sánchez Y, Duarte-Díaz C, Cisneros-Zayas E, Puente-Sánchez A (2021) Ajuste de los requerimientos hídricos del pomelo (*Citrus paradisi* macf.) , en Jagüey Grande , Matanzas , Cuba. Revista Ingeniería Agrícola 11(3): 9-15.
- Susan-Tepetlan PV, Noa-Carrazana JC, Flores-Estevez N (2017) Estado del Cultivo de Plátano (*Musa* sp.) en el Municipio de Tlapacoyan, Veracruz. UVserva 4: 81-83. <https://doi.org/10.25009/uvserva.v0i4.2550>.
- Uresti-Gil J, Vélez-Izquierdo A, Espinosa-García JA, Jolalpa-Barrera JL, Rangel-Quintos J, Uresti-Duran D (2020) Estudio técnico-económico para identificar áreas con potencial para producir piña en el trópico húmedo de México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 11(7): 1619-32. <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i7.2594>.
- Valdés-Rodríguez OA, Salas-Martínez F, Palacios-Wassenaar OM (2023) Hydrometeorological hazards on crop production in the state of Veracruz, Mexico. Atmosphere 14(287): 1-23. <https://doi.org/10.3390/atmos14020287>.