



GESTIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES Y CAMBIO CLIMÁTICO

Percepción del cambio climático y análisis climático local en Sontecomapan, Veracruz, México.

Perception of climate change and local climate analysis in Sontecomapan, Veracruz, Mexico.

Percepção das mudanças climáticas e análise do clima local em Sontecomapan, Veracruz, México.

**Mario Castelán Lorenzo,
Joaquín Parra Álvarez, Ulises Iván López Reyes,
Jorge Antonio Bustillos Herrera**
Universidad Autónoma Chapingo, México
mcastelanl@chapingo.mx

Artículo científico

Enviado: 2/5/2025

Aprobado: 13/8/2025

Publicado: 29/9/2025

RESUMEN

El cambio climático ha alterado los fenómenos meteorológicos en todo el mundo, con lo que se ha afectado al natural y social. El objetivo de este trabajo fue identificar las causas, efectos, impactos y consecuencias de este fenómeno mundial en Sontecomapan, Veracruz, para lo cual se rescataron testimonios de los habitantes locales y se contrastaron con la climatología disponible en el Servicio Meteorológico Nacional usando las normales climatológicas del periodo 1960-2020 con el uso del método de investigación cualitativo-descriptivo. Como causas destacan la deforestación, contaminación atmosférica y cambio de uso de suelos; los efectos principales son el aumento de temperatura, disminución de las lluvias e incremento de la radiación solar. Los impactos principales son sequía, olas de calor y daños a la salud y como consecuencias sobresalen la afectación en cultivos y ganado, disminución en la calidad de vida y pobreza económica. Los registros climáticos indican que en el periodo 1961-1990 la precipitación era de 3878.5 mm y para el periodo 1991-2020, fue de 3791.8 mm, mientras que la temperatura máxima incrementó de 28.3°C a 29.3°C y la temperatura media de 24.2°C a 24.5°C, con oscilaciones mensuales importantes. Al saber que el cambio climático es una realidad los habitantes sugieren adoptar y practicar medidas de adaptación y mitigación inmediatas.

Palabras clave: aumento térmico, precipitación extrema, variabilidad climática.

ABSTRACT

Climate change has altered weather phenomena around the world, affecting both the natural and social environments. The objective of this study was to identify the causes, effects, impacts, and consequences of this global phenomenon in Sontecomapan, Veracruz. To this end, testimonies from local residents were collected and compared with the climatology available from the National Meteorological Service using climatological normal for the period 1960-2020, employing a qualitative-descriptive research method. The causes include deforestation, air pollution, and land-use change; the main effects are increased temperature, decreased rainfall, and increased solar radiation. The main impacts are drought, heat waves, and health damage, and the consequences include damage to crops and livestock, a decline in quality of life, and economic poverty. Climate records indicate that precipitation was 3,878.5 mm between 1961 and 1990, and 3,791.8 mm between 1991 and 2020. The maximum temperature increased from 28.3°C to 29.3°C, and the

average temperature went from 24.2°C to 24.5°C, with significant monthly fluctuations. Knowing that climate change is a reality, residents suggest adopting and practicing immediate adaptation and mitigation measures.

Keywords: climate variability, extreme precipitation, thermal increase.

RESUMO

A mudança climática alterou os fenômenos meteorológicos ao redor do mundo, afetando tanto o ambiente natural quanto o social. O objetivo deste estudo foi identificar las causas, efeitos, impactos e consequências desse fenômeno global em Sontecomapan, Veracruz. Para tanto, foram coletados depoimentos de moradores locais e comparados com a climatologia disponível no Serviço Nacional de Meteorologia, utilizando normais climatológicas para o período de 1960 a 2020, empregando um método de pesquisa qualitativo-descritivo. As causas incluem desmatamento, poluição do ar e mudanças no uso da terra; os principais efeitos são o aumento da temperatura, a diminuição da precipitação e o aumento da radiação solar. Os principais impactos são a seca, as ondas de calor e os danos à saúde, e as consequências incluem danos às plantações e ao gado, declínio na qualidade de vida e pobreza econômica. Os registros climáticos indicam que a precipitação foi de 3.878,5 mm entre 1961 e 1990, e de 3.791,8 mm entre 1991 e 2020. A temperatura máxima aumentou de 28,3 °C para 29,3 °C, e a temperatura média, de 24,2 °C para 24,5 °C, com flutuações mensais significativas. Conscientes de que as mudanças climáticas são uma realidade, os moradores sugerem a adoção e a prática imediata de medidas de adaptação e mitigação.

Palavras-chave: aumento térmico, precipitação extrema, variabilidade climática.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con el Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), el calentamiento global se refiere al aumento de la temperatura media global como consecuencia del efecto de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) que se han acumulado en la atmósfera provocando su alteración, de tal manera que el calentamiento global, constituye una fase importante del cambio climático antropogénico cuyas manifestaciones ya se hicieron evidentes (IPCC, 2023), como lo refiere Thunberg (2022) con la participación de más de 100 científicos de todo el mundo; ante esta situación sugiere continuar investigando los impactos y consecuencias a nivel global, regional y local. El último informe del IPCC en marzo de 2023 señaló que la temperatura ha aumentado 1.1 °C desde los niveles preindustriales, lo que ha provocado la intensificación de los fenómenos meteorológicos en todo el mundo afectando las actividades productivas primarias de las que no escapan la agricultura, ganadería y forestería, siendo la agricultura de temporal la principal afectada (Bernal *et al.* 2021).

Por otro lado, de acuerdo con la Organización Meteorológica Mundial (2021) América Latina y el Caribe es una de las regiones del mundo que más ha sido afectada por el cambio climático, cuya intensificación de fenómenos meteorológicos ya está causando graves daños a la salud, al agua, a la energía y al desarrollo socioeconómico de la región; por ejemplo, se han presentado las peores sequías e incendios en los últimos 50 años en el Sur de la selva amazónica, así como huracanes e inundaciones en Centroamérica y el Caribe. México no se escapa de esta situación, siendo uno de los países que tendrán consecuencias negativas (Diario Oficial de la Federación, 2020). Sin embargo, las ideas y percepciones que los distintos grupos sociales tienen en relación al cambio climático difieren en cuanto a los países y zonas geográficas; por ejemplo, en México, debido a la complejidad del territorio nacional, las opiniones en torno a las afectaciones son diferentes en las zonas costeras, la altiplanicie y las regiones áridas y semiáridas, ello se debe en parte a la localización geográfica, contexto territorial

y variables sociodemográficas como género, ocupación y lugar de residencia, rural o urbana (Castelán y Rivera, 2023; Gómez *et al.* 2020; Vázquez-Luna *et al.* 2024).

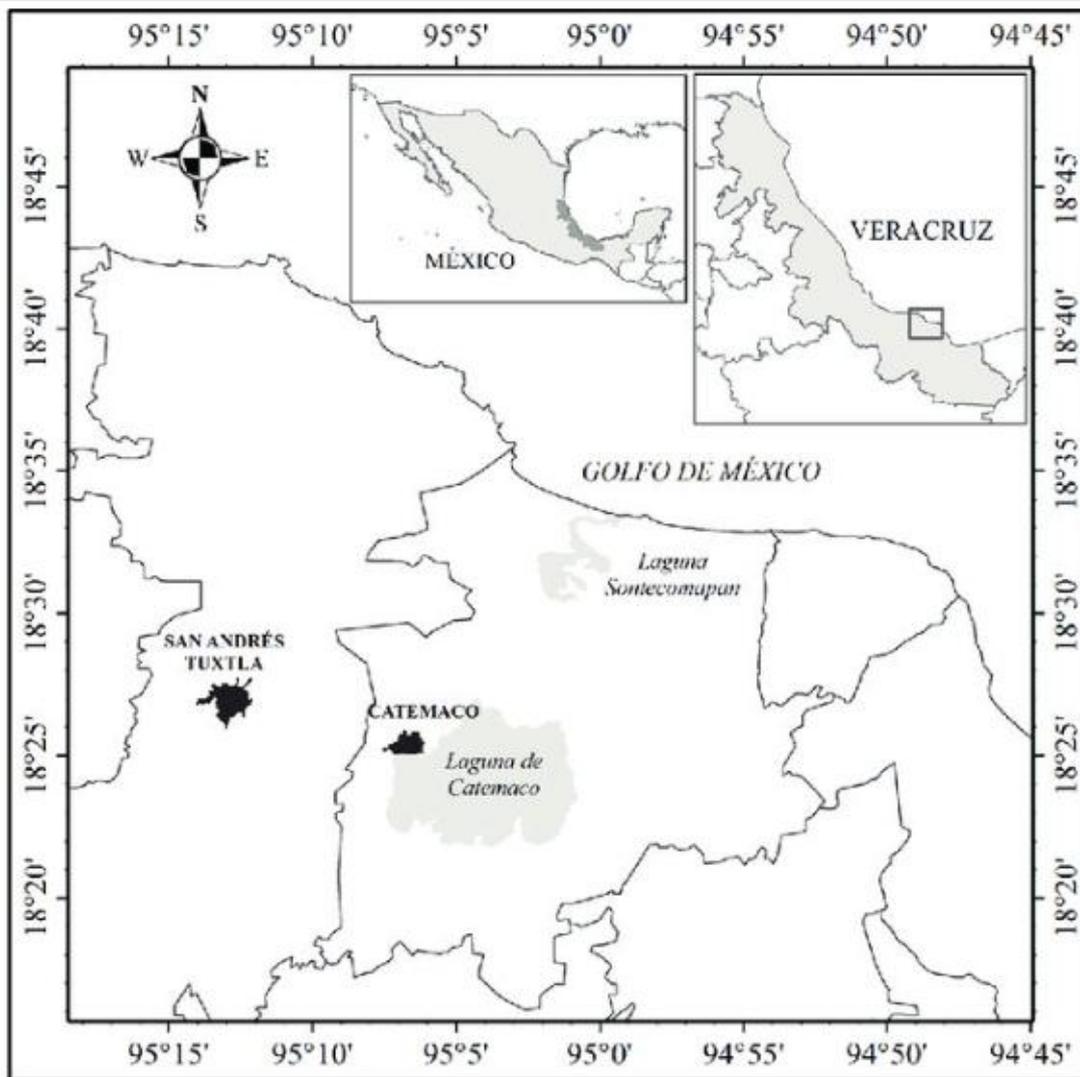
De esta forma, las afectaciones son distintas en el Norte, centro, y Sur del país. Lo que es un hecho es que el cambio climático está afectando el comportamiento de los fenómenos hidrometeorológicos a escala global, siendo común escuchar que la sequía se ha intensificado en el Norte de México, contrariamente en la zona centro, donde las inundaciones son más frecuentes e intensas, mientras que en el Sur del país las lluvias son extremas por efecto de los ciclones tropicales, en relación con el elemento precipitación, y en cuanto a temperatura las percepciones son que estas han aumentado no sólo en México, sino en toda Mesoamérica, tal y como lo señalan Mardero *et al.* (2023). Los fenómenos meteorológicos son impredecibles, año con año, las noticias informan sobre las pérdidas de cosechas por sequía y heladas, los ganaderos reportan pérdidas económicas por la muerte de sus animales por falta de agua, pero en la temporada de lluvias, sucede lo contrario, se presentan inundaciones y lluvias extremas. Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue identificar las causas, efectos, impactos y consecuencias del cambio climático en la comunidad de Sontecomapan, perteneciente al municipio Catemaco, estado Veracruz y contrastarlo con la climatología local.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron 120 entrevistas con una muestra por conveniencia de tipo no probabilístico (Otzen y Manterola, 2017), con enfoque mixto de tipo cualitativo-descriptivo, dirigidas a los habitantes de Sontecomapan, perteneciente al municipio Catemaco, Veracruz (*figura 1*). El tamaño de la muestra se debió a la dificultad de acceder a una muestra aleatoria de la población objetivo, en este caso, personas de la tercera edad, por ello, se seleccionaron participantes de diferentes edades y niveles socioeconómicos de acuerdo con la disponibilidad de entrevistadores y al tiempo destinado para realizar las entrevistas. El guion de las entrevistas fue de tipo semiestructurado, el cual permite al entrevistador formular las preguntas planteadas, pero también puede proponer otros ejes de conversación, en este caso, derivadas del tema en cuestión y el entrevistado puede profundizar en el tema de su interés (Pablo, 2015). Las preguntas se enfocaron en la definición y concepto de cambio climático, comportamiento de los fenómenos naturales, causas, efectos, impactos y consecuencias en los medios de vida, actividades agropecuarias, pesca y silvicultura, fuentes de información, así como algunas medidas de adaptación y mitigación. El *Anexo 1* muestra el guion de entrevista empleado para recabar la información.

De acuerdo con Forni y De Grande (2020) la metodología mixta integra datos cuantitativos y cualitativos pues compara resultados sobre parámetros climáticos con datos cualitativos sobre percepción comunitaria del cambio climático. Las entrevistas permiten al entrevistador y entrevistado emplear la comunicación interpersonal o dialógica que, de acuerdo con Naranjo (2008) en la comunicación asertiva es la que se da de persona a persona o “cara a cara”, ambos se reconocen como partes de un objetivo común para esclarecer el significado de la temática abordada. Las respuestas proporcionadas por los habitantes se clasificaron y ubicaron en los parámetros causas, efectos, impactos y consecuencias del cambio climático con las que se realizaron gráficas con los respectivos porcentajes desde el punto de vista o percepción de los habitantes.

Figura 1. Ubicación del área objeto de estudio, Sontecomapan, Veracruz, México.



Fuente: Monroy y Gibert (2013).

Se relacionó la percepción del cambio climático de los pobladores derivada de los testimonios rescatados con el análisis de la climatología local usando la información climatológica disponible en el Servicio Meteorológico Nacional a través de la comparación de los elementos temperatura (°C) y precipitación (mm) de las normales climatológicas del período 1960-2020 (Comisión Nacional del Agua, 2022). Para obtener la tendencia y comportamiento de la precipitación y temperatura en el período de tiempo referido, se graficaron dos series de 30 años, 1960-1990 y 1990-2020, analizando los valores medios mensuales, lo que permitió comparar y observar probables cambios o variabilidad climática, para lo cual se estimaron los estadísticos básicos: desviación estándar, coeficiente de variación, valores máximo, medio y mínimo y los rangos de oscilación.

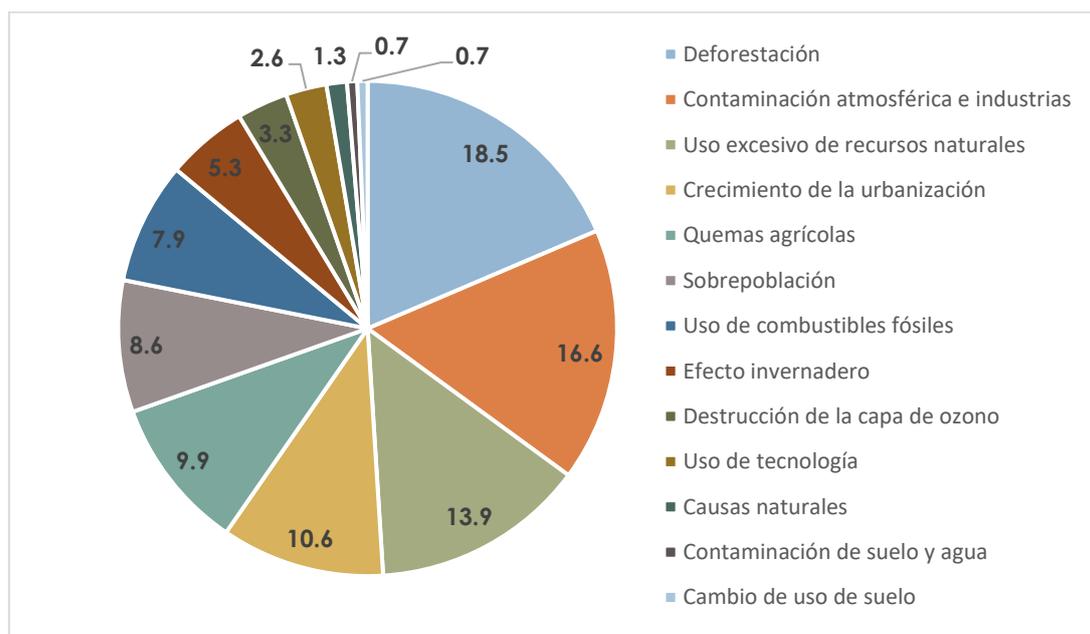
De acuerdo con García (2004) Sontecomapan presenta un clima del tipo cálido húmedo, Am(f), con lluvias de verano y con influencia de monzón, pues se ubica en la vertiente del Golfo de México y es considerada como zona vulnerable a afectaciones por hidrometeoros (Gobierno del Estado de Veracruz, 2023).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con la Real Academia Española (2024) una causa es aquello que se considera como el fundamento u origen de algo, así, el fundamento del cambio climático tiene varias causas, entre ellas naturales y humanas, como la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), que tienen su origen en la contaminación atmosférica. De ahí que la complejidad del estudio del cambio climático sea multifactorial y la influencia en el planeta sean globales, regionales y locales (Naciones Unidas, s.f.). Diversas fuentes de noticias vierten las causas, los efectos, los impactos y las consecuencias generalizadas, muchas de ellas se refieren al aumento en la temperatura, disminución y/o aumento de las lluvias, calentamiento de las aguas oceánicas, deshielo de los glaciares, aumento en el nivel del mar, entre otros, incluidos los fenómenos meteorológicos extremos desde que surgió la ciencia del cambio climático (Lugo y Inbar, 2002; Lieberman y Gordon, 2021; Organización Meteorológica Mundial, 2021). Por eso es un tema que genera debate y controversias, por su complejidad. Los comentarios y percepciones que los habitantes expresaron se detallan a continuación.

Causas del cambio climático: Las causas que han originado el cambio climático son bastas. Para que se presenten cambios en el clima tiene que haber acciones que lo provoquen, pueden ser naturales o humanas que operan en diversas escalas de tiempo desde minutos hasta millones de años (Lieberman y Gordon, 2021; IPCC, 2014; IPCC, 2023). En la actualidad se le denomina cambio climático antropogénico, atribuyendo como principal causa a las actividades humanas (National Oceanic and Atmospheric Administration, 2023). Los habitantes de Sontecomapan refirieron 151 respuestas con los porcentajes respectivos (*figura 2*), donde destacan deforestación, contaminación atmosférica por industrias diversas y el uso excesivo de recursos naturales como las principales, seguido del aumento en la urbanización, quemas agrícolas, sobrepoblación y uso de combustible fósiles, esta última a su vez es la causante de la liberación de gases de efecto invernadero que destruyen la capa de ozono. En este sentido, igualmente señalaron el uso de la tecnología como una causa importante al igual que las naturales, quedando en último lugar la contaminación de suelo y agua y cambio de uso de suelo que de manera indirecta contribuyen en gran manera en esta problemática.

Figura 2. Distribución porcentual de la percepción de las causas del cambio climático.

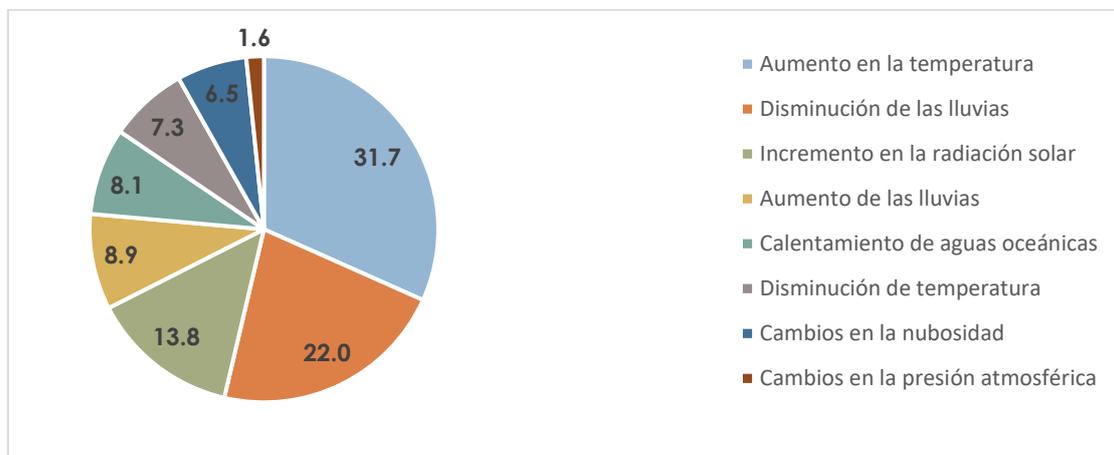


Fuente: Elaborada por los autores.

Efectos del cambio climático: El efecto es lo que le sigue a la causa, de tal manera que estos pueden variar en intensidad, presencia o tiempo de duración. En este rubro se obtuvieron 123 respuestas, de las que resalta el aumento en la temperatura, disminución de las lluvias y aumento de la radiación solar (*figura 3*).

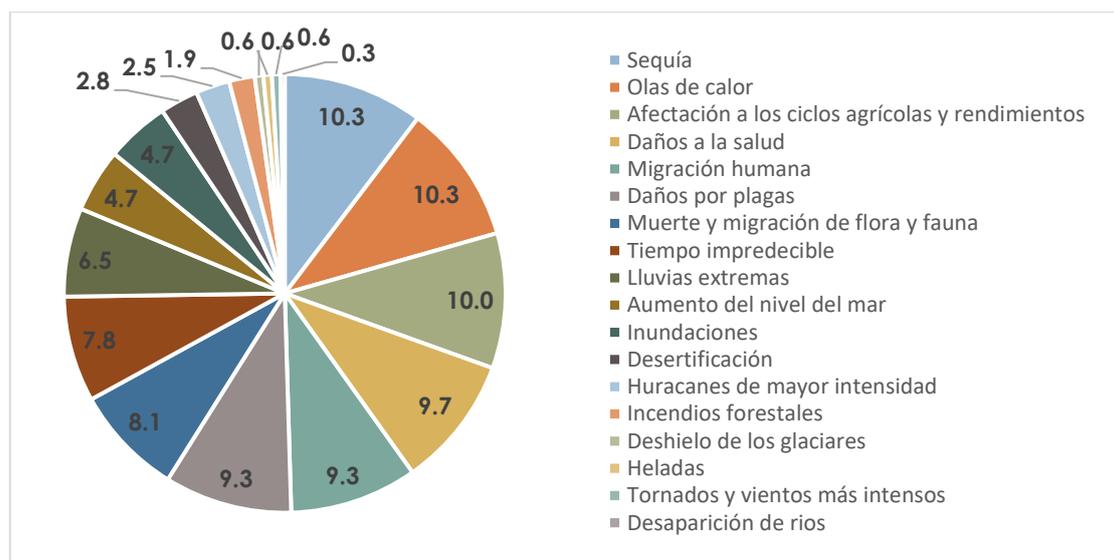
Impactos del cambio climático: El impacto es la manifestación o influencia del efecto, aunque suele confundirse con el efecto por los diversos contextos o aplicaciones, sobre todo porque los impactos pueden ser positivos y negativos, al igual que abarcan varios ejes como el ambiental, social, económico, ecológico, agronómico, entre otros. Se obtuvieron 321 respuestas, la *figura 4* muestra los porcentajes respectivos destacando la sequía, olas de calor, daños a la salud y tiempo impredecible como los principales.

Figura 3. Distribución porcentual de la percepción de efectos del cambio climático.



Fuente: Elaborada por los autores.

Figura 4. Distribución porcentual de la percepción de impactos del cambio climático.

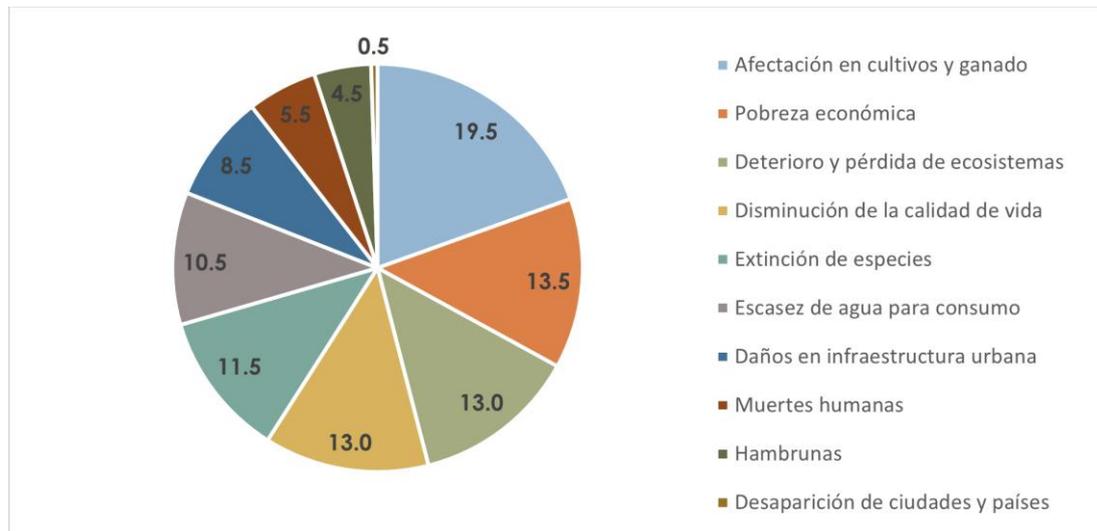


Fuente: Elaborada por los autores.

Consecuencias del cambio climático: Las consecuencias son las manifestaciones visibles y tangibles del impacto; por ejemplo, las inundaciones provocan pérdidas humanas y afectan la infraestructura urbana. Tan sólo en el sector agropecuario las sequías prolongadas impactan en el rendimiento de los

cultivos y forrajes para la alimentación del ganado, entre otras. El impacto denominado tiempo impredecible, puede expresarse como irregularidad en las lluvias provocando escasez de agua y su disponibilidad para las poblaciones humanas, así como riesgos y daños a la salud (Bernal *et al.* 2021). En este rubro se obtuvieron 200 respuestas. La *figura 5* muestra los porcentajes respectivos, entre las que destacan como principales la afectación en cultivos y ganado, pobreza económica, deterioro y pérdida de ecosistemas y disminución en la calidad de vida.

Figura 5. Distribución porcentual de la percepción de las consecuencias del cambio climático.



Fuente: Elaborada por los autores.

Los habitantes señalaron como principal consecuencia del cambio climático la afectación a los cultivos y ganado, por ser un lugar rural donde aún se practica la actividad agropecuaria, traducida en pobreza económica. Estas consecuencias son las que la humanidad debe evitar, por ello, el Acuerdo de París de 2015 señaló la diferencia entre el cambio climático peligroso y el cambio climático catastrófico (IPCC, 2023). El peligro se puede evitar y mitigar, pero la catástrofe no, de ahí que, los habitantes de esta zona deben adaptarse y mitigar con acciones locales cómo lo han hecho en otras zonas rurales e indígenas de México, reduciendo la vulnerabilidad del cambio climático (Green *et al.* 2020). Dicho Acuerdo definió el parteaguas entre el peligro y la catástrofe, y consiste en no rebasar los 2 °C en el aumento de la temperatura en los próximos años.

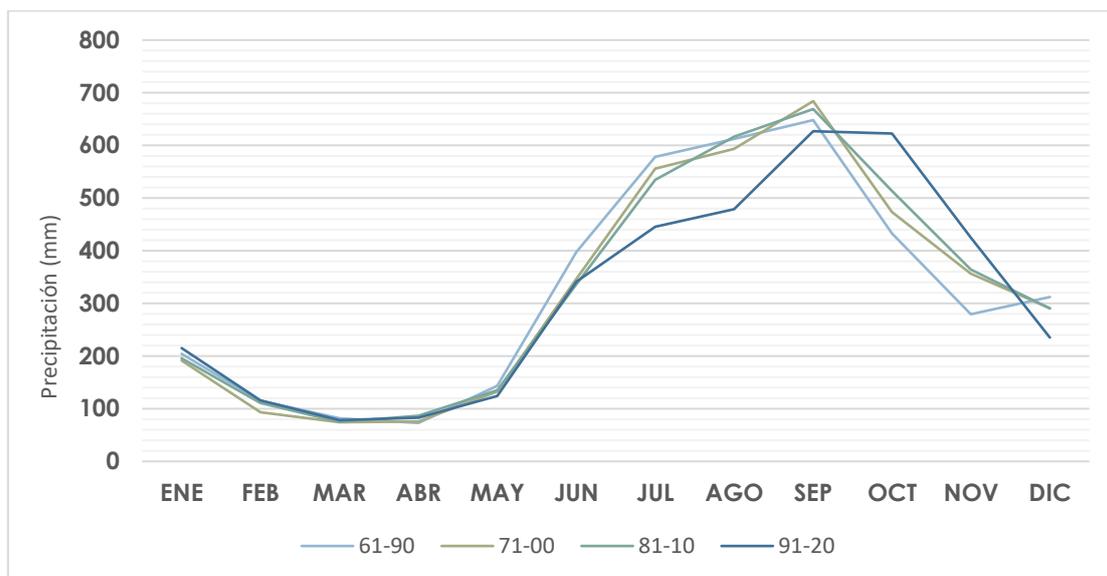
Análisis de la percepción local

Los habitantes señalaron cambios perceptibles con mayor intensidad en los últimos 5 y 10 años, pero ya iniciaban desde hace 15 y 20. Los comentarios de los pobladores versaron sobre los cambios muy frecuentes en el estado del tiempo, sobre todo que las lluvias se han reducido, a su vez, cuando se presentan son más intensas y agresivas; así, la cantidad de agua al ser mayor en un lapso más corto provoca inundaciones; además de los cambios bruscos en la temperatura. Al mismo tiempo, señalaron que la sequía se ha intensificado en los meses de abril y mayo, provocando un desequilibrio en el periodo de lluvias. La disminución de las lluvias se refiere a la cantidad mensual y anual, sobre todo en el verano, sin embargo, el aumento en las lluvias señalado por los pobladores como efecto, se refiere al hecho de que cae mucha agua en un solo evento extremo puntual y ello provoca un reparto desigual de la lluvia (Planos *et al.* 2013; Sikora *et al.* 2022).

Al contrastar lo expresado por los habitantes con la información climatológica disponible en el Servicio Meteorológico Nacional se encontró que la lluvia ha disminuido desde el año 1960 al año 2020, puesto

que en el periodo 1961-1990 la precipitación total anual era de 3878.5 mm y para el periodo 1991-2020, fue de 3791.8, expresado en un déficit de 86.7 mm. La *figura 6* muestra el comportamiento de la precipitación de cuatro periodos de tiempo reportados por el Servicio Meteorológico Nacional en las normales climatológicas. Se observa una disminución de las lluvias de junio a septiembre, justamente en el verano, con lo cual puede inferirse la sequía intraestival en el periodo 1991-2020; pero al mismo tiempo, se observa un incremento en la lluvia en los meses de octubre a noviembre, lo cual se explica por la mayor intensidad de los ciclones tropicales al ingresar más agua, que igualmente expresaron los lugareños (Rosengaus *et al.* 2021).

Figura 6. Comportamiento de la precipitación total anual en cuatro periodos de tiempo en Sontecomapan, Veracruz.

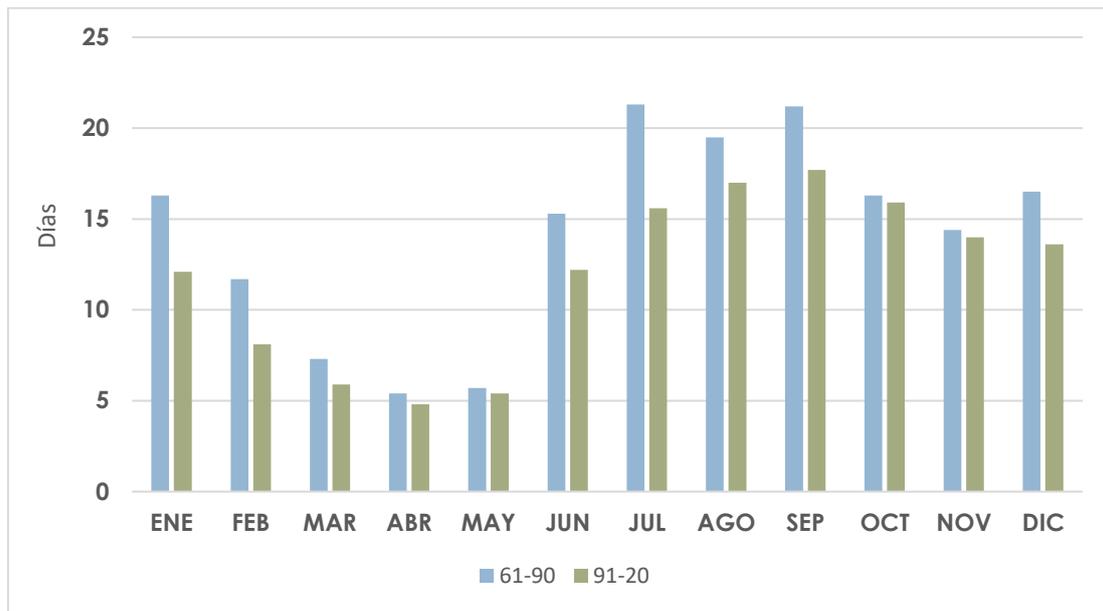


Fuente: Elaborada por los autores.

Varios estudios sobre la percepción del cambio climático en la actualidad refieren que los pobladores de zonas rurales no saben con exactitud cuándo ocurrirán las lluvias, pese a que la predicción de estas fechas es primordial para los ciclos agrícolas, los productores perciben la variación climática de los últimos años, destacando la disminución de las lluvias que se expresa en sequía. Todo ello lo relacionan con acciones antropogénicas como la deforestación y la contaminación principalmente, siendo innegable que el rendimiento de la producción agrícola ha disminuido con la alteración climática, reflejándose en los bajos ingresos económicos de los productores, situación que se ha agudizado en la última década (Soares y García, 2014; Castelán y Rivera, 2023; Vázquez-Luna, *et al.* 2024).

Los comentarios de los entrevistados concuerdan con el análisis de las lluvias puntuales extremas, así, la ocurrencia de una lluvia extrema se registró el 17 de agosto de 1989, con 310.9 mm, el 6 de octubre de 1991 llovieron 382.3 mm y el 15 de noviembre de 1997 precipitaron 305.4 mm; en el año 2000, el 17 de septiembre, se registraron 364.6 mm. En este lugar las lluvias se han caracterizado por superar los 300 mm, así, un evento extremo de esta naturaleza ocurrió el 14 de julio de 2006 donde llovieron 326.2 mm, pero se han desfasado, puesto que se han presentado en los meses secos con influencia de las lluvias frontales, de esta manera el 29 de enero de 2012 llovieron 247.6 mm y el 7 de febrero de 2018 llovieron 224 mm. Todo ello, afecta indudablemente la uniformidad de las lluvias y por supuesto los días con lluvia, pues en el periodo 1961-1990 el número de días con lluvia fue de 170.9 y bajó a 142.3 días para el segundo periodo (*figura 7*).

Figura 7. Número de días con lluvia en dos periodos de tiempo en Sontecomapan, Veracruz.

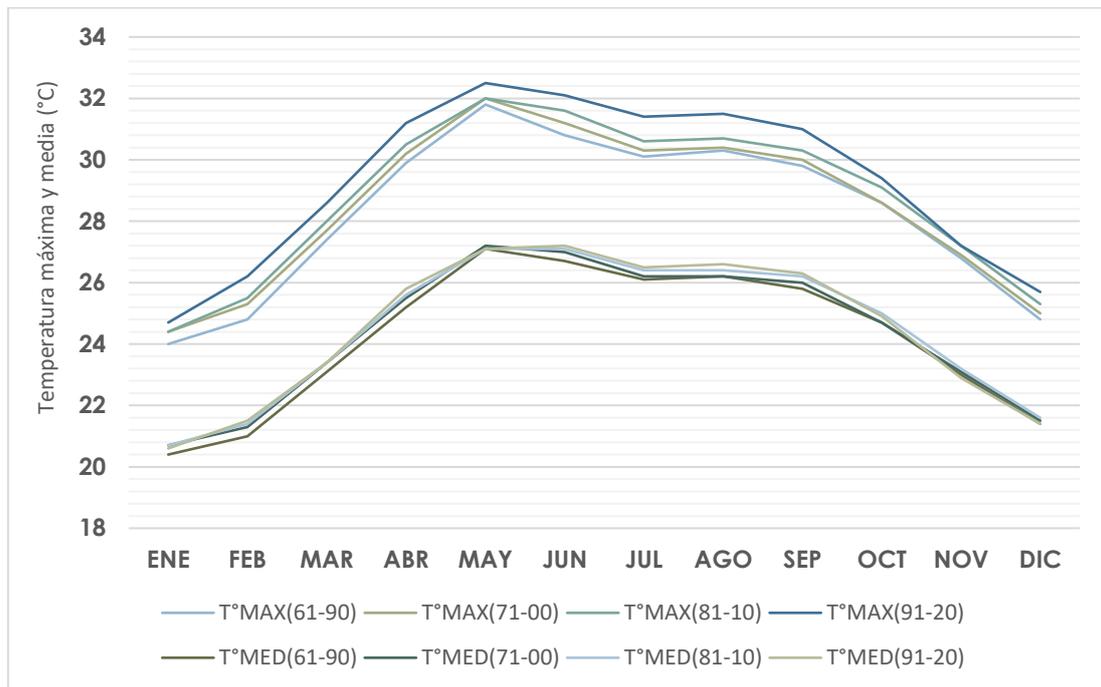


Fuente: Elaborada por los autores.

Respecto a la variable temperatura, los comentarios de los entrevistados concuerdan con las alteraciones en las temperaturas máximas, medias y mínimas, pues al comparar los periodos de tiempo referidos se observan cambios importantes. La temperatura máxima en el primer periodo era de 28.3°C y en el segundo fue de 29.3°C, el incremento es de 1°C; la temperatura media en el primer periodo era de 24.2°C y para el segundo fue de 24.5°C, el incremento fue de 0.3°C, sin embargo, las oscilaciones son mayores en algunos meses (*figura 8*).

Los estadísticos básicos (*tabla 1*) estimados para las variables consideradas no mostraron diferencias significativas ($p > 0.05$) cuyos valores de p son: T°Max= 0.79, T°Med= 0.98, T°Min= 0.90 y PP= 0.99, sin embargo, eso no quiere decir que no exista evidencia de cambio; así una etiqueta de significancia estadística no significa ni implica que una asociación o efecto sea altamente probable, real, verdadero o importante; a su vez, una etiqueta de no significancia no dice que la asociación o efecto sea improbable, ausente, falso o poco importante (Di Leo y Sardanelli, 2020) sobre todo en el estudio del cambio climático cuyos efectos son notables a diferentes escalas, ello en vista de que los fenómenos atmosféricos son en su mayoría irrepitibles en cuanto a comportamiento.

Figura 8. Comportamiento de las temperaturas máximas y medias de cuatro periodos de tiempo en Sontecomapan, Veracruz.



Fuente: Elaborada por los autores.

Tabla 1. Estadísticos estimados para la variable temperatura media mensual y precipitación de dos periodos de tiempo en Sontecomapan, Veracruz.

Parámetros	Temperatura Máxima (°C)		Temperatura Media (°C)		Temperatura Mínima (°C)		Precipitación (mm)	
	(61-90)	(91-20)	(61-90)	(91-20)	(61-90)	(91-20)	(61-90)	(91-20)
Promedio	28.3	29.3	24.2	24.5	20.1	19.7	3878.5	3791.8
Desviación estándar	2.64	2.73	2.36	2.43	2.13	2.14	209.77	202.41
Coefficiente de variación	9.34	9.35	9.74	9.93	10.60	10.87	5.41	5.34
Mínimo	24	24.7	20.4	20.6	16.7	16.5	72.9	78.3
Máximo	31.8	32.5	27.1	27.2	22.6	22.2	648	626.9
Rango	7.8	7.8	6.7	6.6	5.9	5.7	575.1	548.6

Fuente: Elaborada por los autores.

Wang *et al.* (2023) señalan que la temperatura del agua en el Golfo de México aumentó aproximadamente $1,0^{\circ} \pm 0,25^{\circ}\text{C}$ entre 1970 y 2020 con una tasa de calentamiento para todo el Golfo de México de $0,86 \pm 0,26 \text{ W m}^{-2}$ cuya concentración del calor se ubica en los primeros 1000 metros de profundidad entre un 80% y 90%, con efectos negativos para la supervivencia del coral de aguas profundas (*Lophelia pertusa* L.) y el desove del atún rojo (*Thunnus thynnus* L.) que se han desplazado más al Norte (Lunden *et al.* 2014; Muhling *et al.* 2011). Pero una de las probables consecuencias del calentamiento es que podría provocar una mayor estratificación del O_2 y reducir su solubilidad en el agua (National Oceanic and Atmospheric Administration, 2023), con ello, se pueden mezclar menos nutrientes en las aguas superficiales repercutiendo negativamente en la producción de fitoplancton y eventualmente, reducir las poblaciones de especies marinas y con ello, la pesca comercial, que está

relacionada con la disminución en la calidad de vida, señalada como una de las principales consecuencias del cambio climático.

Lo anterior refleja la problemática ambiental¹, puesto que la reducción de la pesca tiene que ver con la extinción de especies, en este sentido los habitantes señalaron que han disminuido poblaciones de cangrejo azul, mojarra negra, jaiba, langostino, robalo, sierra, guachinango, mantarraya y lobo marino; que hasta hace unos 15 años eran abundantes en los ríos y lagunas asociados al manglar, aunado a la pesca excesiva. Así también la desaparición de nacimientos de agua y disminución del caudal de arroyos que abastecen a los cuerpos de agua. En este sentido, los habitantes mencionaron principalmente manantiales, donde antes tenían agua disponible todo el año, pero ahora ya no la hay, lo que representa una reducción en la disponibilidad de agua para consumo humano, destacan el río “Mata yegua” y el pozo “Agua caliente” que se han secado y el río “Ancho” que está próximo a desaparecer pues su caudal se encuentra en niveles bajos.

Uno de los cultivos principales en Sontecomapan es el chile (*Capsicum annum* L.) y los habitantes refirieron que en décadas pasadas realizaban hasta ocho cortes y actualmente sólo realizan dos, además de la presencia de plagas difíciles de controlar; ante ello, Medina-García *et al.* (2017) al estudiar los efectos del cambio climático en este cultivo, encontraron una alteración en las temperaturas cardinales óptimas en el período 1981-2010 en el norte-centro de México, principalmente en los estados de Guanajuato, Zacatecas, San Luis Potosí y Aguascalientes; donde aumentaron el número de horas en el rango óptimo, lo que representa una condición favorable para el cultivo, pero con un efecto desfavorable por aumentar el número de horas con temperaturas máximas por arriba del umbral superior en las temperaturas nocturnas, que se refleja en la reducción de la polinización, aumento del aborto en flores y frutos pequeños.

Álvarez-Vázquez *et al.* (2023) reportan la percepción del cambio climático de los pobladores en la selva Lacandona de Chiapas, contrastándola con índices climáticos y su influencia en el sistema milpa. Los hallazgos fueron que del periodo 1980-2016, la temperatura máxima aumentó 1.5 °C, la temperatura mínima aumentó 0.5°C y la precipitación disminuyó 500 mm, con ello, la siembra se retrasó por 20-30 días y la canícula se prolongó por más de 10 días. De esta manera, los resultados obtenidos en el presente trabajo muestran la necesidad de ajustar los calendarios agrícolas de los cultivos locales, puesto que el desfase en las lluvias puede afectar la fenología y el rendimiento, al mismo tiempo se deben buscar cultivos alternativos que puedan adaptarse a los cambios futuros del clima.

CONCLUSIONES

Los testimonios y percepción de los habitantes de Sontecomapan revelan que el cambio climático no es ajeno al conocimiento popular, ya que el 100% de los entrevistados manifestaron con precisión lo que está ocurriendo a nivel local, puesto que relacionaron lo que se les mencionó en el guion de entrevista con lo que sucede en su entorno.

Entre las causas que más destacaron están la deforestación y contaminación atmosférica y de manera indirecta señalaron la contaminación de suelo y agua, además del cambio de uso de suelo. Los efectos principales que señalaron fueron el aumento de la temperatura y disminución de la lluvia, pero indicaron igualmente, aunque en menor porcentaje como efectos, cambios en la nubosidad y presión atmosférica.

¹ Entendido el ambiente como un “complejo sistema de interacción entre la naturaleza y la sociedad, en el que intervienen elementos bióticos, abióticos, económicos, psicosociales, culturales, políticos, institucionales y tecnológicos, que determinan su estructura, funcionamiento y estabilidad” (Puerta, 2022, p. 5).

Los impactos mayormente mencionados fueron sequía y olas de calor y los que señalaron en menor porcentaje fueron tornados y vientos más intensos, así como desaparición de ríos. Finalmente, en el rubro consecuencias los habitantes indicaron en mayor porcentaje de acuerdo con su percepción afectaciones en cultivos agrícolas y ganadería, así como pobreza económica, y en menor porcentaje hambrunas y desaparición de ciudades y países.

Desde un enfoque cualitativo-descriptivo, basado en entrevistas semiestructuradas, se identificaron percepciones locales que revelan la correlación entre el conocimiento empírico y los datos climatológicos oficiales puesto que las tendencias de las variables climáticas hacen evidentes los cambios en cuanto a incrementos en la temperatura media y máxima y la reducción de la precipitación.

Entre las recomendaciones que los pobladores proponen destacan medidas tales como: practicar la pesca artesanal, limpieza de playas, sancionar a las industrias contaminantes, cuidado de los manglares, menos uso de lanchas de motor para el turismo y principalmente educar ambientalmente a toda la población. Las políticas públicas y gubernamentales en torno al cuidado de las zonas costeras, donde la reforestación de los manglares se torna urgente, serán clave para la mitigación climática tanto en Sontecomapan como en otros lugares con características similares.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez-Vázquez, J. L., Aguilar-Sánchez, G., Granados-Ramírez, R., Duch-Gary, J., Juárez-Méndez, J. y Tamara-Pedron, I. (2023). Análisis de indicadores extremos climáticos y la percepción local en dos comunidades de la selva Lacandona. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 14(7), 1-12. <https://doi.org/10.29312/remexca.v14i7.2996>
- Bernal M. R., Velasco H. M. de los A., Morales A. T., Hernández V. M., Orozco F. S. y Jiménez L. J. (2021). Impacto de la variabilidad climática en la agricultura de temporal en el estado de Tlaxcala, México. *Agricultura, Sociedad Y Desarrollo*, 17(4), 713–733. <https://acortar.link/31x4qu>
- Castelán, M. y Rivera, J. M. (2023). Percepción del cambio climático en Santa Rita del Mar, Oaxaca y su impacto en la agricultura. En O. R. Castro-Martínez, E. Velázquez-Cigarroa y J. C. Fontalvo-Buevas (Coords.), *Agricultura, huertos educativos y transformaciones socioecológicas: Experiencias significativas en México* (pp. 53–69). Azul de Samarcanda Ediciones.
- Comisión Nacional del Agua. (2022). Normales climatológicas del estado Veracruz. Servicio Meteorológico Nacional. <https://acortar.link/lnFSrT>
- Di Leo, G. y Sardanelli, F. (2020). Significación estadística: valor p, umbral de 0.05 y aplicaciones a la radiómica: razones para un enfoque conservador. *European Radiology Experimental*, 4(18). <https://doi.org/10.1186/s41747-020-0145-y>
- Diario Oficial de la Federación. (2020). *Acuerdo por el que se aprueba el Programa Institucional del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. <https://acortar.link/AwpT4Z>
- Forni, P. y De Grande, P. (2020). Triangulación y métodos mixtos. *Revista Mexicana de Sociología*, 82(1), 159-189. <https://acortar.link/ucBAKp>
- García, E. (2004). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. <https://acortar.link/Omac0L>

- Gobierno del Estado de Veracruz. (2023). *Atlas de riesgos del estado de Veracruz 2023*. Secretaría de Protección Civil de Veracruz. <https://acortar.link/ZeCRBT>
- Gómez, M. L., Cortez, A. G. y Herrera, A. L. I. (2020). Estudios geográficos sobre el cambio climático en México. En L. Gómez-Mendoza y E. Caetano (Coords.), *El clima cambiante: una aproximación geográfica para México* (pp. 67-79). Bonilla Artigas Editores.
- Green, L., Schmook, B., Radel, C. y Mardero, S. (2020). Vivir la vulnerabilidad de los pequeños productores: la experiencia cotidiana del cambio climático en Calakmul, México. *Revista de geografía latinoamericana*, 19(2), 110–142. <https://dx.doi.org/10.1353/lag.2020.0028>
- Lieberman, B. y Gordon, E. (2021). *El cambio climático en la historia de la humanidad. Desde la prehistoria al presente*. Almuzara.
- Lugo, H. J. y Inbar, M. (2002). *Desastres naturales en América Latina*. Fondo de Cultura Económica.
- Lunden, J., McNicholl, C. G., Sears, C. R., Morrison, Ch. L. & Cordes, E. E. (2014). Acute survivorship of the deep-sea coral *Lophelia pertusa* from the Gulf of Mexico under acidification, warming, and deoxygenation. *Frontiers in Marine Science*, 1(78), 1-12. <https://doi.org/10.3389/fmars.2014.00078>
- Mardero, S., Schmook, B., Calmé, S., White, R. M., Joo-Chang, J. C., Casanova, G. y Castelar, J. (2023). Traditional knowledge for climate change adaptation in Mesoamerica: A Systematic Review. *Social Sciences & Humanities Open*, 7(1), 100473. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2023.100473>
- Medina-García, G., Mena-Covarrubias, J., Ruiz-Corral, J. A., Rodríguez-Moreno, V. M. y Soria-Ruiz, J. (2017). El Cambio climático afecta el número de horas dentro de los rangos térmicos del Chile (*Capsicum annuum* L.) en el Norte-Centro de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(8), 1797-1812. <https://doi.org/10.29312/remexca.v8i8.703>
- Monroy, J. y Gibert, K. (2013). Percepción del cambio climático y análisis climático local en Sontecomapan, Veracruz. *Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad*, 8(4), 218-242. <https://doi.org/10.46380/rias.v8.e498>
- Muhling, B., A., Lee, S. K., Lamkin, J. T. y Liu, Y. (2011). Predicting the effects of climate change on bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) spawning habitat in the Gulf of Mexico. *ICES Journal of Marine Science*, 68(6), 1051–1062. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsr008>
- Naciones Unidas. (s.f.). *Acción por el clima. Causas y efectos del cambio climático*. Recuperado de <https://www.un.org/es/climatechange/science/causes-effects-climate-change>
- Naranjo, M. L. (2008). Relaciones interpersonales adecuadas mediante una comunicación y conducta asertivas. *Actualidades Investigativas en Educación*, 8(1), 1-27. <https://doi.org/10.15517/aie.v8i1.9315>
- National Oceanic and Atmospheric Administration. (2023). *Trends in atmospheric carbon dioxide. Global Monitoring Laboratory*. <https://gml.noaa.gov/ccgg/trends/>
- Organización Meteorológica Mundial. (2021). *El estado del clima en América Latina y el Caribe 2020*. (OMM-N° 1272). <https://library.wmo.int/viewer/28227/>

- Otzen, T. y Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227-232. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>
- Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. (2014). *Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. <https://n9.cl/s38>
- Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. (2023). Summary for policymakers. En *Climate change 2023: Synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001>
- Planos, E., Rivero, R. y Guevara, V. (2013). *Impacto del cambio climático y medidas de adaptación en Cuba*. Instituto de Meteorología. Agencia de Medio Ambiente, Ministerio de Ciencia, Medio Ambiente y Tecnología. <https://acortar.link/99XV6M>
- Puerta de Armas, Y. G. (2022). Editorial. *Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad*, 5, e294. <https://doi.org/10.46380/rias.vol5.e294>
- Real Academia Española. (2024). *Causa*. Diccionario de la lengua española. <https://dle.rae.es/causa>
- Rosengaus, M., Jiménez, M. y Vázquez, M. T. (2021). *Atlas climatológico de ciclones tropicales en México*. Centro Nacional de Prevención de Desastres. <https://acortar.link/HBgiVu>
- Sikora, V. A., Medeiros, D., Rotunno, O. C., Rudke, A. P., Daza, C. y Nascimento, L. M. (2022). Spatio-temporal analysis of remotely sensed rainfall datasets retrieved for the transboundary basin of the Madeira River in Amazonia. *Atmósfera*, 35(1), 39–66. <https://doi.org/10.20937/ATM.52783>
- Soares, D. y García, A. (2014). Percepciones campesinas indígenas acerca del cambio climático en la cuenca de Jovel, Chiapas-México. *Cuadernos de Antropología Social*, (39), 63-89. <https://acortar.link/NIQgMk>
- Tenorio, R. (2015). *Expresión oral y escrita, elementos teóricos y analítica del discurso* (3ra reimpresión). Universidad Autónoma Chapingo.
- Thunberg, G. (Ed.). (2022). *El libro del clima*. LUMEN.
- Vázquez-Luna, M., Ellis, E. A., Navarro-Martínez, M. A., Cerdán-Cabrera, C. R. y Ortiz-Ceballos, G. C. (2024). Percepción pública sobre el cambio climático en la península de Yucatán, México. *Sociedad y Ambiente*, (27), 1-26. <https://doi.org/10.31840/sya.v2024i27.2935>
- Wang, Z., Boyer, T., Reagan J. y Hogan, P. (2023). Upper Oceanic Warming in the Gulf of Mexico between 1950 and 2020. *Journal of Climate*, 36(8), 2721-2734. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-22-0409.1>

Anexo 1. Guion de entrevistas empleado en el trabajo de campo

Nombre de los entrevistadores:

La presente entrevista será dirigida en parejas. Puede pedir permiso al entrevistado para grabar la charla.

Datos Generales

Sexo: _____ Edad: _____

Ocupación: Agricultor (); Ganadero (); Pescador (); Comerciante (), Promotor turístico (),

Otro: _____

Nivel de Estudios: _____

Lugar: Ciudad o poblado _____

Tiempo que tiene viviendo en el lugar: _____

1. Ha escuchado hablar sobre el cambio climático global. Si () No () No sabe ()
2. ¿Usted cree que el clima ha variado? Si _____ No _____
3. ¿Desde cuándo ha percibido el cambio?
5 años _____ 10 años _____ 15 años _____ más _____
4. ¿Cuáles son las causas del cambio climático que ha visto o escuchado?
5. Con base en las causas que señaló, ¿cuáles cree que sean los efectos?
6. ¿Ha visto o sentido los impactos del cambio climático que se derivan de los efectos? Si _____ no _____ señale cuáles.
7. ¿Cuáles cree que sean las posibles consecuencias que se presentarán o ya están ocurriendo en su localidad?
8. De las siguientes opciones, ¿Qué tipo de cambios ha percibido?
Precipitación: _____ Más () Menos () No sabe ()
Temperatura: _____ Más () Menos () No sabe ()
Humedad: _____ Más () Menos () No sabe ()
Sequía: _____ Más () Menos () No sabe ()
Hace frío y calor a la vez: _____ si () no () no sabe ()
Lluvias más frecuentes: _____ si () no () no sabe ()
Vientos más intensos: _____ si () no () no sabe ()
Disminución del volumen de los cuerpos de agua: _____ si () no () no sabe ()
Desaparición de cuerpos de agua: _____ si () no ()
Ríos: _____ Arroyos: _____ Manantiales: _____ Lagunas: _____
Temperaturas extremas _____ ¿en qué mes se presentan? _____
Precipitaciones extremas o inundación _____ ¿en qué mes se presentan? _____
Sequías _____ ¿en qué mes se presentó? _____
Cambios en el patrón de lluvias _____ lluvias tempranas _____ lluvias tardías _____
Mayor número de huracanes _____
Reducción de la zona costera _____ incremento del nivel del mar _____
Pérdida o disminución de especies pesqueras _____
Pérdida de playa _____
Ha experimentado incremento en la temperatura del agua _____
Aparición de más enfermedades en su localidad atribuible al cambio climático _____

Las siguientes preguntas cierran la entrevista, el objetivo es identificar si el entrevistado contribuye al fenómeno de manera local, pero, además, si realiza alguna acción para mitigar o adaptarse al cambio climático.

Desde el punto de vista de la actividad que realiza, ¿Cómo contribuye al cambio climático? Los efectos o impactos pueden ser negativos o positivos.

¿Qué medidas practica o sugiere para adaptarse o mitigar el cambio climático?

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Dirección General de Investigación, Posgrado y Servicio de la UACH por el financiamiento recibido a través del proyecto 25088-C-94. Así como a las autoridades de la Preparatoria Agrícola por la gestión de recursos para los estudiantes que participaron en el proyecto. Un agradecimiento especial a los habitantes de la comunidad Sontecomapan, quienes proporcionaron información valiosa a través de los gestores C. Efraín Moreno Bucio y Efraín Moreno Oliveros y a los revisores anónimos cuyas aportaciones mejoraron significativamente el trabajo.