

FACTORES DE VULNERABILIDAD DE LA COMUNIDAD PESQUERA DE GUASAVE, SINALOA AL CAMBIO CLIMÁTICO

VULNERABILITY FACTORS OF THE GUASAVE, SINALOA FISHING COMMUNITY TO CLIMATE CHANGE

Paúl Adaid **García-López**¹; Ramiro **Ahumada-Cervantes**²; Luis Carlos **González-Márquez**³; Iván Gpe. **Martínez-Álvarez**⁴; Jesús Damián **Cordero-Ramírez**⁵ y Brenda Paulina **Villanueva-Fonseca**⁶

Resumen

La presente investigación analiza los factores que influyen en la vulnerabilidad ante el cambio climático de la población que vive en comunidades pesqueras del municipio de Guasave, Sinaloa, México. Para ello se emplearon 34 indicadores, distribuidos en los tres componentes que constituyen la vulnerabilidad, al cambio climático, que son exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa. Posteriormente se

identificaron los factores que presentaron mayor influencia en la vulnerabilidad de las poblaciones evaluadas y a partir de estos resultados se propusieron algunas medidas de adaptación con la finalidad de disminuir su vulnerabilidad. Como resultado se encontró que 15 de los 34 indicadores utilizados, resultaron críticos para el área estudiada, entre ellos: materiales pesqueros, tecnología utilizada, experiencia, actividades generadoras de ingresos, jefatura anciana, población sin servicio de salud

¹ Profesor de asignatura base en la Universidad Autónoma de Occidente Unidad Regional Guasave-Sinaloa, adscrito al departamento de Ingeniería y Tecnología. pauladaid@hotmail.com

² Profesor investigador de tiempo completo de la Universidad Autónoma de Occidente, inscrito al departamento de Ingeniería y Tecnología. ramiroac2002@yahoo.com

³ Profesor Investigador de Tiempo Completo en la Universidad Autónoma de Occidente, adscrito al Departamento de Ingeniería y Tecnología. lcgmarquez@gmail.com

⁴ Profesor del P.E. de Biología y del Doctorado en sustentabilidad de la UAdeO, UR Guasave. igma_biologi@hotmail.com.

⁵ Profesor y miembro de los núcleos Académicos Básicos de la Maestría en Fitopatología y Medio Ambiente, y del Doctorado en Sustentabilidad, ambos en la UAdeO. jedacora@hotmail.com

⁶ Profesora en la Licenciatura de Biología y coordinadora del Doctorado en Sustentabilidad en la Universidad Autónoma de Occidente. brendapaulina1984@hotmail.com

pública, ingreso *per cápita*, ciclones, marea alta, empleo y actividades provenientes del sector primario. Se concluye que las comunidades pesqueras son vulnerables al cambio climático, influenciadas por diversos factores; por ello, se plantean propuestas de adaptación como son: el desarrollo de campañas de educación ambiental, el programa de jóvenes construyendo el futuro, programas para emprendurismo, el programa para el bienestar de las personas adultas mayores; las cuales pueden disminuir su vulnerabilidad.

Palabras clave: indicadores, exposición; sensibilidad; capacidad adaptativa.

Abstract

This research analyzes the factors that influence the vulnerability to climate change of the population living in fishing communities in the municipality of Guasave, Sinaloa, Mexico. For this, 34 indicators were used, distributed in the three components that constitute vulnerability to climate change, which are exposure, sensitivity and

adaptive capacity. Subsequently, the factors that had the greatest influence on the vulnerability of the evaluated populations were identified and based on these results, some adaptation measures were proposed in order to reduce their vulnerability. As a result, it was found that 15 of the 34 indicators used were critical for the studied area, among them: fishing materials, technology used, experience, income-generating activities, elderly leadership, population without public health service, per capita income, cyclones, high tide, employment and activities from the primary sector. It is concluded that fishing communities are vulnerable to climate change, influenced by various factors; For this reason, adaptation proposals are proposed such as: the development of environmental education campaigns, the program for young people building the future, programs for entrepreneurship, the program for the well-being of older adults; which can decrease your vulnerability.

Key words: indicators; exposure; sensitivity; adaptive capacity.

INTRODUCCIÓN

El clima depende de un gran número de factores que interactúan de forma compleja; como ejemplos se pueden mencionar la altitud, la latitud y las corrientes marinas (Martínez y Osnaya, 2004). En ese sentido, el cambio climático (CC) se asocia a distintas modificaciones en el clima en parámetros como la temperatura, las precipitaciones, la nubosidad, entre otros (Roldán et al. 2010). Este puede ser provocado por una variabilidad natural del clima o como resultado de la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial, según la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC, 1992).

Con el paso del tiempo el CC se convierte en una problemática cada vez más irreversible e incontrolable, influenciado principalmente por sustancias tóxicas (Gases de efecto invernadero) emitidas de manera indiscriminada que se disuelven en el aire, como el CO₂, provocando elevadas temperaturas a nuestro

planeta (Guajala, 2015). De esta manera, se puede considerar que este fenómeno es uno de los principales desafíos actuales que enfrenta la humanidad y en gran medida, este proceso se ha desencadenado a partir de la creciente utilización de combustibles fósiles, junto con la incidencia de actividades agrícolas e industriales, y la deforestación a escala global (Hidalgo, 2016). Dichas actividades generan emisiones de gases de efecto invernadero (GEI); entre ellos, dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O) (Sosa, 2015). Estas emisiones están provocando un calentamiento antropogénico que ha modificado el clima, como se refleja en los aumentos de las temperaturas oceánicas y terrestre, las variaciones en la precipitación, los cambios en los patrones de viento y la mayor ocurrencia e intensidad de fenómenos hidrometeorológicos extremos, como las sequías, las olas de calor y los ciclones tropicales (Sosa, 2015). En este orden de ideas, se puede decir que el CC es un problema global con graves dimensiones ambientales, sociales, económicas, distributivas y políticas (Hidalgo, 2016).

La pesca y la acuicultura son de suma relevancia, debido a que son una importante fuente generadora de alimentos, por su alto valor nutricional, como fuente de ingresos y sobre todo son un medio de vida para cientos de millones de habitantes en el mundo. Se estima que 56.6 millones de personas trabajaban en el sector primario de la pesca y la acuicultura, de acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2014: 38). De acuerdo a los informes del Panel Intergubernamental del Cambio Climático, se dice que muchas de ellas dependen de la pesca a pequeña escala y en su mayoría viven en países en desarrollo por lo que se enfrentan a las crisis climáticas (IPCC, 2014: 54). Es probable que la frecuencia e intensidad de los eventos climáticos extremos (ciclones, inundaciones, sequías, aumento del nivel del mar, la erosión de la tierra, fluctuaciones en la temperatura y precipitación) tengan un impacto considerable en la producción pesquera futura, tanto en los sistemas terrestres como marinos (Brander, 2007). La mayor parte de las afectaciones del CC son extremadamente negativas, lo que ha provocado mortandad y migración de peces (IPCC, 2014). Asimismo, las presiones de origen antropogénico en la pesca, tales como la sobrepesca, la contaminación y la pérdida de hábitat (Brander, 2007; Sumaila *et al.*, 2011); aunado al incremento de la temperatura, la alteración en las precipitaciones, el aumento del nivel del mar, la acidificación oceánica y la variación en la concentración de oxígeno disuelto, afectan la productividad de las poblaciones de peces en ecosistemas marinos y costeros (Brander, 2007; Cheung *et al.*, 2010; Johannessen y Miles, 2011; IPCC, 2014). Como se puede observar, existen diversos factores con el potencial suficiente para disminuir la producción pesquera y con ello afectar el sustento en comunidades que ejercen esta actividad a pequeña escala convirtiéndolos en vulnerables a los efectos negativos del cambio climático (Downing Thomas, Ringius Lasse, Hulme Mike, Waughray Dominic, 1997; Cinner, 2012; IPCC, 2014).

En este orden de ideas y de acuerdo con el enfoque del IPCC (2007), la vulnerabilidad es la medida en que un sistema es capaz o incapaz de afrontar los efectos negativos del CC, incluso la variabilidad climática y los episodios extremos. Está en función del carácter, la magnitud y el índice de variación climática a que está expuesto un sistema, su sensibilidad y su capacidad de adaptación (IPCC, 2007). De acuerdo al Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, la vulnerabilidad hace referencia al contexto físico, social, económico y ambiental de una región, sector o grupo social determinado que puede ser susceptible a ser afectado por un fenómeno meteorológico o climático, el cual puede ser clave para entender el origen de los desastres (INECC, 2103: 17).

Los factores que modulan la vulnerabilidad ante el CC se asocian a una amenaza derivada de los cambios o variaciones en el clima. Estos factores están determinados por el nivel de exposición ante una amenaza dada y la sensibilidad inherente de los sistemas naturales y humanos, contrarrestada por la habilidad de respuesta o capacidad adaptativa de dichos sistemas, que incluye recursos financieros, tecnológicos y capacidad de organización y planificación (Gutiérrez y Espinoza, 2010). En ese sentido, el reto de las investigaciones actuales es realizar a escala local estudios relacionados con la vulnerabilidad y adaptación de los sistemas humanos sobre los cuales descansa la productividad y bienestar de la sociedad (Álvarez y Blanco, 2016).

Para tratar de asegurar que las estrategias orientadas a minimizar la afectación del CC en los sistemas sociales y económicos de tal manera que realmente reduzcan la vulnerabilidad de las personas y medios de vida expuestas, es necesario conocer cuáles son los factores que mayor impacto tienen en esas regiones, para de esta forma poder disminuir su vulnerabilidad (Bele *et al.*, 2013; Magaña, 2013). Esta información es considerada muy valiosa para el diseño, implementación, monitoreo y evaluación de dichas estrategias (Soares y Sandoval, 2016).

La pesca y la acuicultura son actividades económicas que además de proporcionar alimento, representan una fuente de ingresos para muchas familias (INEGI, 2016: 39). En México constituye una fuente importante de alimentos no sólo a nivel nacional sino también a nivel local, así como el apoyo en la generación de empleos, recreación, comercio y bienestar económico para el país. De igual forma esta actividad económica se desarrolla en todo el litoral sinaloense y tradicionalmente ha significado una importante aportación a la economía en el norte del estado como es el caso del municipio de Guasave; en dicho municipio se localizan 7 comunidades dedicadas a la explotación pesquera, las cuales son el objeto de estudio de esta investigación (INEGI, 2016).

En la presente investigación se planteó como objetivo, identificar los principales factores que influyen en la vulnerabilidad de comunidades pesqueras

en Guasave Sinaloa, México, ante el CC; y proponer opciones de adaptación aplicables.

Se tomó la decisión de analizar un municipio del estado de Sinaloa debido a que, por su ubicación geográfica, características fisiográficas y morfológicas es una porción terrestre muy susceptible para enfrentar eventos climáticos extremos (Bijlsma *et al.*, 1996; Mujabar y Chandrasekar, 2013).

Inicialmente, se intuye que factores como las lluvias torrenciales, marea alta, jefatura anciana, contaminación y la situación económica asociada con el bajo nivel de adaptación, contribuyen considerablemente en la vulnerabilidad del caso de estudio. Para comprobar esto fue necesario realizar los estudios pertinentes e identificar cuáles son los factores precisos que influyen de manera directa y/o indirecta en la vulnerabilidad ante el CC en la región estudiada. A partir de ello fue posible trabajar en el diseño de algunas medidas de adaptación generales aplicables en esta zona.

Las comunidades pesqueras y su vulnerabilidad ante el cambio climático

El CC conduce a desordenes climáticos a distintas magnitudes y a diferentes latitudes y de acuerdo a eso, actualmente su estudio se enfoca hacia las afectaciones provocadas a la sociedad más vulnerable, debido a que existen muchas vías directas e indirectas a través de las cuales puede influir en las exposiciones ambientales e inducir efectos negativos para la sociedad (Delgado *et al.*, 2010).

Para tratar de asegurar que las estrategias orientadas a minimizar la afectación del CC en los sistemas sociales y económicos de tal manera que realmente reduzcan la vulnerabilidad de las personas expuestas, es necesario conocer quién o qué es vulnerable, a que es vulnerable, qué tan vulnerable es, cuáles son las causas de su vulnerabilidad y qué respuestas pueden disminuir su vulnerabilidad (Bele *et al.*, 2013; Magaña, 2013). Esta información es considerada muy valiosa para el diseño, implementación, monitoreo y evaluación de dichas estrategias (Soares y Sandoval, 2016).

En esta línea, una metodología basada en indicadores ha sido un camino utilizado por muchos autores para evaluar la vulnerabilidad al CC de grupos sociales, medios de vida, ecosistemas, infraestructura, entre otros (Cutter Susan, Boruff Bryan, Shirley Lynn, 2003; García *et al.*, 2005; Azuz Isaac, Rivera Evelia, Alpuche Leticia, 2010; Malik *et al.*, 2012; Collins *et al.*, 2013; Monterroso *et al.*, 2014; Islam *et al.*, 2014; Colburn *et al.*, 2016; Ramos *et al.*, 2016; Ahumada R., Velázquez G., Rodríguez H., Flores E., Félix R., Romero J., Granados A., 2017; Mussetta *et al.*, 2017). Esto con el propósito de cuantificar la vulnerabilidad con miras a fortalecer las capacidades para la adaptación, y de esta forma hacer más

eficiente la gestión del riesgo y asignar recursos a las poblaciones, localidades, regiones o países que más lo necesitan. Un aspecto insuficientemente tenido en cuenta es que el uso de indicadores, no sólo prioriza la producción de un tipo de conocimiento sino que también respalda ciertas respuestas políticas al cambio climático (Mussetta *et al.*, 2017).

En ese mismo sentido, los indicadores utilizados por algunos autores, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (2003) lo define como, “un parámetro o valor derivado de otros parámetros, los cuales proveen información y colaboran en la descripción del estado de un fenómeno determinado, ambiente o área. De esta manera dichos indicadores son considerados “variables individuales conectados con el objeto o proceso que se desea evaluar, el cual muestra el estado, causas o resultados de lo estudiado” (Scholes *et al.*, 2013. Los indicadores son "variables individuales con alguna conexión lógica con el proceso u objeto de evaluación que reflejan de alguna manera inequívoca su estado, causas o resultados"(Scholes *et al.*, 2013).

Existen relativamente pocos estudios que hayan examinado los factores que influyen en la vulnerabilidad ante el CC de comunidades pesqueras; y es importante considerar que los impactos tienen el potencial de conducir a disminuciones en la producción de peces marinos, afectando la economía de estas regiones (Cinner *et al.*, 2012); incluso, la población de estas regiones se encuentra expuesta a peligros específicos y periódicos como inundaciones costeras, tsunamis y huracanes, entre otros tipos de impactos, así como a otros factores como la posible transmisión de enfermedades infecciosas relacionadas con el mar, situación que podrían provocar desplazamiento y migración de poblaciones humanas debido a las afectaciones (Daw *et al.*, 2009).

De igual manera, algunos estudios afirman haber encontrado que los hogares de más bajos recursos presentan menor capacidad para adaptarse ante los impactos provocados por el CC (Coulthard, 2008), lo que en un momento determinado puede ser un factor determinante para convertirse en una comunidad vulnerable. En ese sentido, es importante realizar estudios para identificar esos factores que impactan la vulnerabilidad de estas áreas.

A nivel global se han realizado diversas investigaciones sobre vulnerabilidad al cambio climático utilizando diversas escalas (Nacional, Estatal, AGEBS, entre otras); sin embargo, existen muy pocas investigaciones de vulnerabilidad a nivel de comunidad en países en vía de desarrollo, particularmente en México. Existen un sin número de investigaciones de ésta índole, por ejemplo (Daw *et al.*, 2009; Islam *et al.*, 2014; Thøgersen *et al.*, 2015; Colburn *et al.*, 2016; Valmonte *et al.*, 2016). Muchos de ellos son a nivel nacional y muy pocos a escala local; sin embargo, es importante mencionar, que los resultados o conclusiones obtenidas en investigaciones realizadas a nivel nacional no proporciona datos aplicables

específicamente a nivel comunidad (Hahn *et al.*, 2009). La presente investigación tiene como objetivo llenar este vacío, para identificar los factores que influyen en la vulnerabilidad de un sector de la población cuyos medios de vida pudieran ser impactados fuertemente por el CC.

Zona de estudio

El estudio se realizó en siete comunidades pesqueras localizadas en el municipio de Guasave, Sinaloa localizado en el Noroeste de México. Dicho municipio se ubica entre los paralelos 25° 11' y 25° 50' de latitud norte y los meridianos 108° 10' y 109° 02' de longitud oeste (INEGI, 2010a). La localización de las comunidades involucradas en el análisis se muestran en la figura 1, dichas comunidades son: El Cerro Cabezón, El Huitusi, El Tortugo, Boca del Río, La Pitahaya, El Caracol y El Coloradito (INEGI, 2016).

La información demográfica de las comunidades pesqueras se muestra en la Tabla 1. De forma adicional se especifica que de las siete comunidades en estudio el 4.7 % no posee ningún grado de escolaridad y el 13.6 % posee primaria incompleta, lo que refleja un 3.7 % de analfabetismo en el área de estudio. Por otra parte, el 35.8 % de los hogares posee jefatura femenina, así mismo el 36.33 % de las viviendas no cuenta con agua entubada en sus viviendas y el 2.5 % no goza de luz eléctrica (INEGI, 2010), lo que conlleva a la posibilidad de convertirlos en hogares muy sensibles a cualquier adversidad climática.

Tabla 1. Datos poblacionales de las comunidades objeto de estudio

<i>Localidad</i>	<i>Población total</i>	<i>Población masculina</i>	<i>Población femenina</i>	<i>Población de 60 años y más</i>	<i>Población económicamente activa</i>	<i>Población sin derecho a servicios de salud</i>
EL CERRO CABEZÓN	2824	1468	1356	214	866	483
EL HUITUSI	2286	1181	1105	182	689	345
EL TORTUGO	430	221	209	34	126	26
BOCA DEL RÍO	527	283	244	28	184	105

<i>LA</i>	51	27	24	1	13	4
<i>PITAHAYA</i>						
<i>EL</i>	999	520	479	73	307	131
<i>CARACOL</i>						
<i>EL</i>	307	154	153	13	93	57
<i>COLORADITO</i>						

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INEGI 2010.

La actividad principal en estas comunidades es la pesca de captura a pequeña escala, de forma temporal y algunos de ellos de forma artesanal; de igual forma, algunas de estas familias se dedican a la agricultura y otras a la ganadería aunque en menor proporción; sin embargo, la pesca es la actividad predominante y es la principal fuente de ingresos para ellas. En ese sentido, dentro de las principales capturas que realizan, el ingreso más fuerte es el camarón, seguida de la captura de peces (tilapia, mojarra, liza) y ostras (almeja y ostión) (Guasave, 2017).

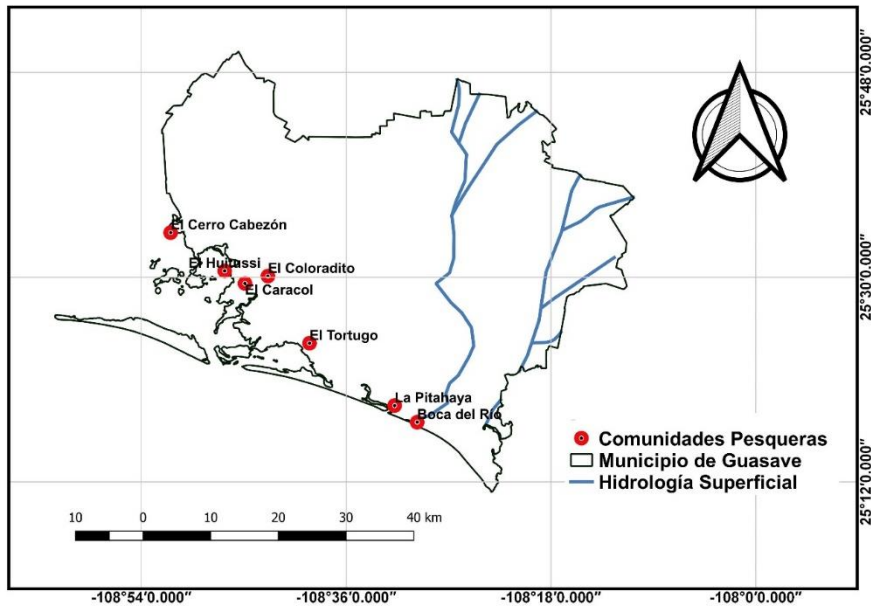


Figura 1. Localización de las comunidades pesqueras objeto de estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Considerando que la mayoría de las investigaciones de vulnerabilidad ante el CC han sido realizadas a mayor escala (Nacional, Estatal y AGEBS) y prácticamente existen muy pocos estudios a nivel Municipio (Comunidad), de ahí el interés por llevar a cabo la presente investigación. La metodología que se empleó para la realización y obtención de resultados fue funcional; esto hace que el presente método sea aplicable para futuras investigaciones que presenten similares condiciones geográficas y climatológicas.

Para el cumplimiento del objetivo planteado en el presente estudio se establecieron cinco fases metodológicas: la primera de ellas consistió en la determinación de indicadores de vulnerabilidad apoyándose en la experiencia de autores y estudios similares, la segunda fase fue la cuantificación de indicadores a través de información contenida en bases de datos y por medio de información primaria generada a través de encuestas aplicadas en los hogares: en la tercera fase se realizaron análisis estadísticos de los datos obtenidos, a través del análisis de componentes principales (PCA por sus siglas en inglés) con el apoyo del *software* SPSS 8.0 y la cuarta fase consistió en identificar los factores con mayor influencia en la vulnerabilidad en las comunidades pesqueras. Finalmente se diseñaron propuestas generales de adaptación de acuerdo con los resultados obtenidos.

De acuerdo al método utilizado, se tomaron como referencia principal los componentes de Exposición, Sensibilidad y Capacidad Adaptativa para determinar los factores que contribuyen en la vulnerabilidad ante el CC en el objeto de estudio; los indicadores se seleccionaron en base a su aplicabilidad a la escala espacial de comunidad, que fueran entendibles y considerando que la información para su cuantificación se pudiera obtener fácilmente. Gran parte de los indicadores se generaron a partir de investigaciones previas en el tema (Cutter, 2003; García *et al.*, 2005; Azuz *et al.*, 2010; Malik *et al.*, 2012; Pandey y Jha, 2012; Collins *et al.*, 2013; Monterroso *et al.*, 2014; Islam *et al.*, 2014; Colburn *et al.*, 2016; Ramos *et al.*, 2016; Ahumada *et al.*, 2017; Alam, G. M., Alam, K., & Mushtaq, S., 2017; Mussetta *et al.*, 2017). En total se utilizaron 34 indicadores; de los cuales, 12 corresponden al componente exposición, 12 al de sensibilidad y 10 al de capacidad adaptativa. A cada uno de los componentes, a su vez les corresponden tres subcomponentes en los que se distribuyeron los indicadores (Tabla 2).

Los indicadores se cuantificaron a partir de cinco fuentes de datos. En este sentido, se utilizó información meteorológica procedente de la base de datos climatológica Nacional (Climate Computing Project) (CLICOM, 2015) partiendo de siete estaciones ubicadas en distintos puntos de la región, con estos datos se cuantificaron cinco indicadores (E1, E3, E8, E9 y E10). De igual forma

se extrajo información del Censo de Población y Vivienda 2010 de INEGI; con dicha información se cuantificaron ocho indicadores (S2, S3, S4, S5, S7, A1, A2 y A3). El indicador A7 se extrajo de la base de datos de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL). Por último, se obtuvo información del INECC (2015) referente a las proyecciones de cambio climático para precipitación y temperatura en el futuro cercano y lejano, con la información recabada se cuantificaron dos indicadores (E11 y E12).

Tabla 2. Indicadores utilizados para el análisis

Componente	Subcomponente	Clave	Indicador
Exposición	Eventos Extremos	E1	Ciclones
		E2	Marea alta
		E3	Lluvias torrenciales
		E4	Lesión o muerte por un evento climático
		E5	Pérdida de propiedad debido a un evento climático
	Problemas Ambientales	E6	Contaminación
		E7	Ausencia de arboles
	Eventos Climáticos	E8	Temperatura máxima
		E9	Temperatura mínima
		E10	Precipitación
		E11	Proyección de temperatura
		E12	Proyección de precipitación
Componente	Subcomponente	Clave	Indicador
Sensibilidad	Población	S1	Jefatura anciana
		S2	Jefatura femenina
		S3	Población menor de 6 años
		S4	Población mayor de 60 años
		S5	Población indígena
	Vivienda, salud y alimentación	S6	Precariedad de la vivienda
		S7	Población sin acceso a servicios de salud

		S8	Nutrientes provenientes del sector primario
		S9	Empleo en la pesca
	Económico-productivo	S10	Empleo en otras actividades primarias
		S11	Ingresos de la pesca
		S12	Ingresos de otras actividades primarias
Componente	Subcomponente	Clave	Indicador
Capacidad Adaptativa	Capital humano	A1	Tasa de alfabetización
		A2	Asistencia escolar por población de 6 a 14 años
		A3	Población ocupada
		A4	Experiencia
	Capital financiero	A5	Ingreso per cápita
		A6	Actividades generadoras de ingresos
		A7	Apoyo de programas sociales
	Equipamiento	A8	Materiales pesqueros
		A9	Uso de tecnología
		A10	Distancia y costo a los servicios

Fuente: Elaboración propia (2019).

Los 18 indicadores restantes, fueron cuantificados a través de la generación de información primaria, por medio de aplicación de encuestas en los hogares. El número de encuestas que se aplicaron se determinó tomando en consideración el total de viviendas habitadas por comunidad, empleando un muestreo de tipo no probabilístico, utilizando un muestreo de tipo accidental o consecutivo, debido a que los datos se reclutaron hasta que se completó el número de sujetos necesarios para obtener el tamaño de la muestra deseado. Estos fueron elegidos de forma causal utilizando la fórmula para la determinación de la muestra cuando el universo es finito (Ecuación 1) obtenida de Soares y Sandoval (2016). De esta manera, se aplicaron 398 cuestionarios (Tabla 3).

$$n = \frac{N \times Z^2 \times p \times q}{d^2 \times (N-1) + Z^2 \times p \times q} \quad (1)$$

Donde:

n = Tamaño de muestra.

N = Tamaño de la población (viviendas habitadas), es por comunidad y se muestra en la tabla 2.

Z = Nivel de confianza (95%, $\alpha=0.05$).

p = Probabilidad de éxito, o proporción esperada (0.9).

q = Probabilidad de fracaso ($q= 1-p$).

d = Precisión o error admitido (5%).

Tabla 3. Tamaño de la muestra

Comunidad	N (viviendas habitadas)	Z ($\alpha=$ 0.05)	p	q	d (5%)	Tamaño de muestra
Boca del rio	127	1.96	0.9	0.1	0.05	55
La Pitahaya	12	1.96	0.9	0.1	0.05	11
El Tortugo	113	1.96	0.9	0.1	0.05	52
El Coloradito	79	1.96	0.9	0.1	0.05	44
El Caracol	257	1.96	0.9	0.1	0.05	70
El Huitussi	570	1.96	0.9	0.1	0.05	82
El Cerro cabezón	653	1.96	0.9	0.1	0.05	84
TOTAL						398

Fuente: Elaboración propia (2019).

Una vez que se integró la base de datos, con los valores correspondientes para cada indicador, se normalizaron, con el objetivo de homogenizar dichos datos y poder hacerlos comparables entre sí, de acuerdo a la ecuación 2, extraída de Magaña (2013).

$$V_{normalizado} = \frac{V - V_{min}}{V_{max} - V_{min}} \quad (2)$$

Donde:

$V_{normalizado}$ = es el valor normalizado.

V = es el valor que se va a normalizar.

V_{min} = es el valor mínimo del conjunto de valores V .

V_{max} = es el valor máximo del mismo conjunto de valores V .

El análisis estadístico se efectuó a través del PCA, para determinar el o los componentes de mayor influencia y los indicadores de cada componente en cada una de las variables que determinan la vulnerabilidad y además se identificaron los subcomponentes e indicadores que mejor explican cada uno de los parámetros. De esta forma se determinan todos los factores que influyen en la vulnerabilidad de las comunidades estudiadas.

Las medidas de adaptación se plantearon en función a los factores que arrojó el análisis estadístico, buscando que cada una de ellas contrarreste estos factores y de esta forma disminuir la vulnerabilidad de esta región; en el diseño de dichas medidas se buscó su vinculación con planes y programas gubernamentales vigentes que pudieran apoyar su implementación. Sin embargo, solo se llegó al nivel de recomendación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con el análisis de vulnerabilidad realizado en las comunidades pesqueras del municipio de Guasave, Sinaloa; se encontró, un total de 6 componentes principales que albergan el 100 % de las variables utilizadas (Tabla 4), dentro de los datos significativos se tiene que el primero de estos refleja el 43.13 % de la varianza acumulada para los datos de interés, en los primeros cuatro componentes se tiene un porcentaje de varianza acumulado de un 87.15 %. En función a lo antes mencionado se tomarán en consideración los tres primeros componentes los cuales albergan un porcentaje acumulado del 75.663 %.

Tabla 4. Varianza total explicada por análisis de componentes principales para Vulnerabilidad

Componente	Autovalores iniciales			Suma de saturaciones al cuadrado de la extracción		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	14.665	43.132	43.132	14.665	43.132	43.132
2	6.108	17.966	61.098	6.108	17.966	61.098
3	4.952	14.566	75.663	4.952	14.566	75.663
4	3.905	11.486	87.149	3.905	11.486	87.149
5	2.347	6.902	94.051	2.347	6.902	94.051
6	2.023	5.949	100.000	2.023	5.949	100.000

Fuente: Elaboración propia (2019).

Así mismo, de acuerdo a la información proporcionada por la matriz de componentes rotados (Tabla 5), se puede visualizar la comunalidad de cada uno de los 34 indicadores que forman parte de las variables utilizadas para medir la vulnerabilidad (exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa). En ese sentido, con respecto al primer componente se pueden identificar 8 indicadores que muestran comunalidad mayor a 0.9, en orden de relevancia son: población menor de 6 años (S3), jefatura femenina (S2), precariedad de la vivienda (S6), distancia y costo a los servicios (A10), tasa de alfabetización (A1), jefatura anciana (S1), experiencia (A4) y población sin acceso a servicios de salud (S7). De igual forma se encontraron dos indicadores que muestran comunalidad mayor a 0.8 y menor a 0.9, en orden de relevancia son: apoyo de programas sociales (A7), temperatura máxima (E8), lesión o muerte por evento climático (E4) y empleo en la pesca (S9); tres indicadores que muestran comunalidad mayor a 0.7 y menor a 0.8, en orden de relevancia son: nutrientes provenientes del sector primario (S8), ingresos de otras actividades primarias (S12) y empleo en otras actividades primarias (S10); y para finalizar, se encontró un indicador que muestra comunalidad mayor a 0.6 y menor a 0.7, y fue el de población mayor a 60 años (S4); los demás indicadores expresaron comunalidad muy baja y por lo tanto no significativa. En el segundo componente, se encontraron solamente tres indicadores relevantes, donde uno de ellos presenta comunalidad mayor a 0.9 y corresponde a actividades generadoras de ingresos (A6), otro indicador con comunalidad mayor a 0.8 y menor a 0.9 y se refiere a ingreso *per cápita* (A5), finalmente el indicador de temperatura mínima (E9) el cual arrojó una comunalidad mayor de 0.6 y menor de 0.7. El tercer componente presentó cuatro

indicadores significativos con comunalidad mayor a 0.9, en orden de relevancia son: ausencia de árboles (E7), lluvias torrenciales (E3), uso de tecnología (A9) y materiales pesqueros (A8); el resto de los componentes no arrojaron datos significantes.

Tabla 5. Matriz de componentes rotados de la variable vulnerabilidad

Indicadores Vulnerabilidad	Componente		
	1	2	3
S3	-.982		
S2	-.960		-.170
S6	-.955		
A10	.937		
A1	.937		-.104
S1	.924	-.220	-.233
A4	.907	-.253	
S7	.906	.350	.154
A7	-.847	-.283	.272
E8	.831	.365	-.283
E4	-.821	-.151	.146
S9	.819	-.325	.214
S8	.788	.211	.262
S12	.720	.554	
S10	.703	.155	-.110
S4	.668		-.123
E6	.593		-.525
A6		.916	
A5	.136	.880	
E5	-.179	-.795	
E11	.378	-.648	-.425
A9		.202	.973
A8	.346	.113	.906
E7	.230		-.765
E3	.462	.193	-.755
E12	-.238		

A3		.162	.270
E9	-.164	.688	
A2	-.505		
E2	.210	.489	.211
E1	.157		.291
E10		.194	.283
S5		-.364	-.626
S11	-.137	-.119	.297

Fuente: Elaboración propia con valores obtenidos por el análisis de componentes principales (2019).

Efectuando un análisis de los factores encontrados que determinan la vulnerabilidad ante el CC de la región de interés a través del estudio estadístico se tiene que, de los 10 indicadores analizados para determinar la capacidad adaptativa 6 de ellos reflejaron correlación significativa mayor de 0.8 (Tabla 6), esto nos dice que el 60 % de la totalidad de los indicadores mostró significancia para la vulnerabilidad. En ese mismo orden de ideas, en lo que respecta al análisis de la variable sensibilidad de los 12 indicadores empleados para el estudio de la vulnerabilidad, 6 de ellos resultaron significativos, lo que representa el 50 % de la totalidad de los indicadores. Finalmente, en el análisis efectuado a la variable restante que es la exposición, de los 12 indicadores estudiados únicamente 3 reflejaron correlación significativa, esto nos representa el 25 % del total de los indicadores. En ese sentido, en lo relevante a los componentes que determinan la vulnerabilidad, de acuerdo al análisis antes descrito están determinados en orden de relevancia por la capacidad adaptativa, sensibilidad y exposición; datos que coinciden con investigaciones similares - como es el caso de Piya *et al.* (2012)- que afirma que la capacidad adaptativa y la sensibilidad son las variables que más influyen en la vulnerabilidad de una región; de igual forma estudio efectuado – por Krishnamurthy *et al.* (2014) – donde argumenta que la mayoría de los países tienen valores bajos de exposición y sensibilidad, pero relativamente alto (inverso) valores de capacidad de adaptación, lo que eleva la vulnerabilidad.

Tabla 6. Indicadores significativos en la vulnerabilidad

<i>Clave</i>	<i>Indicador</i>	<i>Comunidad vulnerable</i>						<i>Promedio</i>
		<i>La Pitahaya</i>	<i>El Tortugo</i>	<i>El Colorado</i>	<i>El Caracol</i>	<i>El Huitusi</i>	<i>El Cerro Cabezon</i>	
A5	Ingreso per cápita (pesos/día)	181.66	241.04	137.25	147.02	200.65	163.47	178.51
A6	Actividades generadoras de ingresos (%)	1.37	1.46	1.17	1.43	1.35	1.29	1.3
A3	Población ocupada (%)	37.5	36.33	39.48	37.31	35.7	39.24	37.59
E12	Proyección de precipitación (%)	-16.96	-16.96	-16.56	-16.96	-16.56	-16.56	16.76
E5	Pérdida de propiedad debido a evento climático (%)	25	18	29.26	24.56	28.39	21.42	24.43
S5	Población indígena (%)	1.96	0	1	1	1.04	9.13	2.55

Fuente: Elaboración propia.

En ese orden de ideas, analizando los factores (indicadores) que determinan la vulnerabilidad ante el CC de la región en estudio; en lo que refiere a la capacidad de adaptación tenemos que las de mayor impacto fueron: distancia y costo a los servicios, alfabetización, experiencia, actividades generadoras de ingresos, materiales pesqueros y uso de tecnología; estos datos son semejantes a estudios

como los efectuados por Malik *et al.* (2012); Chen *et al.*, (2013); Islam *et al.* (2014) – quienes afirman que la tasa de alfabetización, la alta dependencia de la pesca y el número de actividades generadoras de ingresos; son factores determinantes para el incremento de la vulnerabilidad en una región determinada.

En el análisis de la sensibilidad se encontró que, los factores que mayor afectación reflejaron son: jefatura anciana, población sin acceso a servicios de salud público, empleo en la pesca, nutrientes provenientes del sector primario, ingresos de otras actividades primarias y empleo en otras actividades primarias; resultados que coinciden con investigaciones realizadas – por Malik *et al.* (2012); Piya *et al.* (2012); Shah *et al.* (2013); Krishnamurthy *et al.* (2014); Islam *et al.* (2014); Ahumada *et al.* (2017); Rajesh *et al.* (2018) – quienes encontraron que la vulnerabilidad ante el CC está determinada por factores como son: la tasa de alfabetización, falta de acceso al empleo fuera de la comunidad, alta dependencia de la pesca, el acceso a los servicios de salud, la población por encima de los 65 años, la alta dependencia de la actividad pesquera, la nutrición (el tipo de alimentación) y el ingreso anual.

Finalmente, dentro de los factores correspondientes a la exposición, se encontraron a ciclones, marea alta y temperatura máxima; estos datos coinciden con estudios efectuados por algunos investigadores – como son los casos de Malik *et al.* (2012); Shah *et al.* (2012); Islam *et al.* (2014); Monterroso *et al.* (2014), Kumar *et al.* (2016); Alam *et al.* (2017) - los cuales argumentan que la temperatura media anual (inmensas olas de calor), los huracanes, la variabilidad en las precipitaciones ha provocado aumento en el promedio de inundaciones haciéndolas más frecuentes (marea alta); afirmando que todos estos son determinantes para el incremento de la vulnerabilidad de la población.

En función a lo antes mencionado; es decir, a los factores identificados que hacen que las comunidades pesqueras sean vulnerables ante el CC, se plantean las siguientes propuestas de adaptación que pueden contribuir a la disminución en la vulnerabilidad y/o incrementar la capacidad para sobreponerse a dichos factores. Es importante mencionar que en su diseño, se buscó asociar estas propuestas con apoyos ya existentes en planes y programas gubernamentales del orden federal, estatal y municipal.

En este sentido se recomienda el Desarrollo de campañas de educación ambiental, el programa de jóvenes construyendo el futuro, programas para emprendurismo, tandas para el bienestar, el programa para el bienestar de las personas adultas mayores, ampliación del padrón de personas con acceso a servicios de salud, fomento de la asistencia y permanencia escolar e implementación programas de educación para adultos, capacitación sobre el atlas de riesgo a fin de eliminar riesgos a la población debido a inundaciones y finalmente el programa seguro de vida para jefas de familia. De esta forma la

población distribuida en la zona de estudio podrá beneficiarse y de esta manera tener mejores condiciones para afrontar los embates provenientes de la variabilidad climática y el CC.

CONCLUSIONES

La vulnerabilidad ante el CC de las comunidades pesqueras del municipio de Guasave, Sinaloa; se realizó a nivel de comunidad, apoyándose en indicadores de tipo social, económicos y ambiental. Se utilizaron 34 indicadores asociados en tres componentes (exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa). Dentro de los hallazgos en la presente investigación, fue posible comprobar que las comunidades estudiadas son vulnerables ante el CC debido a que se ven afectadas por diversos factores que determinan a la vulnerabilidad y en orden de relevancia son la capacidad adaptativa, la sensibilidad y la exposición.

Los factores de exposición que influyen en la vulnerabilidad fueron: la temperatura máxima, ciclones y marea alta; en la sensibilidad resaltaron: jefatura anciana, población sin acceso a servicios de salud pública, empleo en la pesca, nutrientes provenientes del sector primario, ingresos y empleo de otras actividades primarias; por último, en la capacidad adaptativa fueron: distancia y costo a los servicios, tasa de alfabetización, experiencia, población ocupada, actividades generadoras de ingresos, materiales pesqueros y uso de tecnología.

Las propuestas planteadas como medidas de adaptación son: el acceso a estos programas puede colaborar a la disminución de la sensibilidad e incrementar la capacidad de adaptación de las comunidades pesqueras en estudio en alguna condición de vulnerabilidad ante el CC.

LITERATURA CITADA

Ahumada-Cervantes, R., Velázquez-Angulo, G., Rodríguez-Gallegos, H. B., Flores-Tavizón, E., Félix-Gastélum, R., Romero-González, J., & Granados-Olivas, A. (2017). An indicator tool for assessing local vulnerability to climate change in the Mexican agricultural sector. *Mitigation and adaptation strategies for global change*, 22(1), 137-152. Doi: 10.1007/s11027-015-9670-z

- Alam, G. M., Alam, K., & Mushtaq, S. (2017). Climate change perceptions and local adaptation strategies of hazard-prone rural households in Bangladesh. *Climate Risk Management, 17*, 52-63.
- Álvarez, A. C. C., & Blanco, J. L. (2016). Variabilidad y Cambio Climático. Impactos, Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático en América Latina y el Caribe.
- Azuz-Adeath, I., Rivera-Arriaga, E., Alpuche L. (2010). Cambio climático en México: un enfoque costero y marino. *Universidad Autónoma de Campeche, CetyS-Universidad. Gobierno del Estado de Campeche, México.*
- Bele, M. Y., Tiani, A. M., Somorin, O. A., & Sonwa, D. J. (2013). Exploring vulnerability and adaptation to climate change of communities in the forest zone of Cameroon. *Climatic Change, 119*(3-4), 875-889.
- Bijlsma, L., Ehler, C. N., Klein, R. J. T., Kulshrestha, S. M., McLean, R. F., Mimura, N., &
- Turner, R. K. (1996). Coastal zones and small islands. *Climate Change 1995: Impacts, Adaptations, and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses. Contribution of Working Group II to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, 289-324.
- Brander, K. M. (2007). Global fish production and climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 104*(50), 19709-19714.
- Chen, W., Cutter, S. L., Emrich, C. T., & Shi, P. (2013). Measuring social vulnerability to natural hazards in the Yangtze River Delta region, China. *International Journal of Disaster Risk Science, 4*(4), 169-181.
- Cheung, W. W., Lam, V. W., Sarmiento, J. L., Kearney, K., Watson, R. E. G., Zeller, D., & Pauly, D. (2010). Large-scale redistribution of maximum fisheries catch potential in the global ocean under climate change. *Global Change Biology, 16*(1), 24-35.
- Cinner, J. E., McClanahan, T. R., Graham, N. A., Daw, T. M., Maina, J., Stead, S. M., & Bodin, Ö. (2012). Vulnerability of coastal communities to key impacts of climate change on coral reef fisheries. *Global Environmental Change, 22*(1), 12-20.
- CMNUCC (1992). Convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático, recuperado de http://unfccc.int/portal_espanol/informacion_basica/la_convencion/item/s/6196.php.

- Colburn, L. L., Jepson, M., Weng, C., Seara, T., Weiss, J., & Hare, J. A. (2016). Indicators of climate change and social vulnerability in fishing dependent communities along the Eastern and Gulf Coasts of the United States. *Marine Policy*, 74, 323-333.
- Collins, T. W., Grineski, S. E., Ford, P., Aldouri, R., Aguilar, M. D. L. R., Velázquez-
- Angulo, G., & Lu, D. (2013). Mapping vulnerability to climate change-related hazards: children at risk in a US–Mexico border metropolis. *Population and Environment*, 34(3), 313-337.
- Coulthard, S. (2008). Adapting to environmental change in artisanal fisheries— Insights from a South Indian Lagoon. *Global Environmental Change*, 18(3), 479-489.
- Cutter, S. L., Boruff, B. J., & Shirley, W. L. (2003). Social vulnerability to environmental hazards. *Social science quarterly*, 84(2), 242-261.
- Daw, T., Adger, W. N., Brown, K., & Badjeck, M. C. (2009). Climate change and capture fisheries: potential impacts, adaptation and mitigation.
- Delgado, G. C., Gay, C., Imaz, M., & Martínez, M. A. (2010). *México frente al cambio climático*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Downing, T. E., Ringius, L., Hulme, M., & Waughray, D. (1997). Adapting to climate change in Africa. *Mitigation and adaptation strategies for global change*, 2(1), 19-44.
- FAO (2014). *La FAO salvaguarda el medio ambiente mundial: adaptación de la pesca y la acuicultura al cambio climático*, recuperado de <http://www.fao.org/landandwater>.
- García, A. G., Almada, J. L. F., García, M. C. A., Bect, L. A. G., & Seingier, G. (2005). Modelo de planeación ambiental de la zona costera a partir de indicadores ambientales. *Sapiens. Revista universitaria de investigación*, 6(2), 09-24.
- Guajala, Juan Carlos (2015). El calentamiento global en el ecuador y el mundo y cómo influye el gobierno ecuatoriano en defensa del medio ambiente. UTMACH, Unidad Académica de Ciencias Sociales, Machala, Ecuador.
- Gutiérrez María Elena, Espinosa Tatiana (2010). Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático. Diagnóstico inicial, avances, vacíos y potenciales líneas de acción en Mesoamérica, Notas técnicas. Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Unidad de Energía Sostenible y Cambio Climático, Departamento de Infraestructura y Medio Ambiente, 84 p.

- H. Ayuntamiento de Guasave (2017). *Información de Guasave*, recuperado de http://guasave.gob.mx/sitio/index.php?option=com_content&view=category&id=150&Itemid=24
- Hahn Micah, Riederer Anne, Foster Stanley (2009). “The Livelihood Vulnerability Index: A pragmatic approach to assessing risks from climate variability and change—A case study in Mozambique”. *Global Environmental Change*, 19(1), 74-88.
- Hidalgo, L. A. (2016). Cambio climático: el clima como bien común. *Revista de Fomento Social*, 115-118.
- INECC (2015). Adaptación al cambio climático en México, Recuperado de <http://www.adaptacion.inecc.gob.mx/>.
- INECC (2013). Acerca del INECC, recuperado de <http://www.inecc.gob.mx/acerca/mision>.
- INEGI (2010a). Manual de cartografía geoestadística, Aguascalientes, México, Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INEGI (2010b). Censo de Población y Vivienda 2010, principales resultados por localidad, recuperado de: http://www.inegi.org.mx/sistemas/consulta_resultados.
- INEGI (2016). Censo de Población y Vivienda 2016, principales resultados por localidad, Recuperado en Noviembre de 2017, de <http://www.inegi.org.mx/>
- IPCC (2007). Summary for policymakers, en Metz B., Davidson O.R., Bosch P.R., Dave R. and Meyer L.A. (coords.), *Climate Change 007: Mitigation*, NY, USA, University Press, Cambridge, United Kingdom and New York. pp. 1-103.
- IPCC (2014). *Summary for policymakers*, In: Field C.B, Barros V.R., Dokken D.J., Mach K.J., Mastrandrea M.D., Bilir T.E., Chatterjee M., Ebi K.L., Estrada Y.O., Genova R.C., Girma B., Kissel E.S., Levy A.N., MacCracken S., Mastrandrea P.R, White L.L. (coords.), *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects*. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1-1131.
- Islam, M. M., Sallu, S., Hubacek, K., & Paavola, J. (2014). Limits and barriers to adaptation to climate variability and change in Bangladeshi coastal fishing communities. *Marine Policy*, 43, 208-216.

- Johannessen, O. M., & Miles, M. W. (2011). Critical vulnerabilities of marine and sea ice-based ecosystems in the high Arctic. *Regional Environmental Change*, 11(1), 239-248.
- Krishnamurthy, P. K., Lewis, K., & Choularton, R. J. (2014). A methodological framework for rapidly assessing the impacts of climate risk on national-level food security through a vulnerability index. *Global Environmental Change*, 25, 121-132.
- Kumar, P., Geneletti, D., & Nagendra, H. (2016). Spatial assessment of climate change vulnerability at city scale: A study in Bangalore, India. *Land Use Policy*, 58, 514-532.
- Magaña, Víctor (2013). *Escenarios climáticos para Chiapas*. UNICACH / Gobierno del Estado de Chiapas, recuperado de <http://www.cambioclimaticochiapas.org/portal/descargas/escenarios/escenarios.pdf>.
- Martínez, M. F., & Osnaya, P. (2004). *Cambio climático: una visión desde México*. Instituto Nacional de Ecología.
- Malik, S. M., Awan, H., & Khan, N. (2012). Mapping vulnerability to climate change and its repercussions on human health in Pakistan. *Globalization and health*, 8(1), 31.
- Monterroso, A. I., Conde, A. C., Gay, C., Gómez Díaz, J. D., & López García, J. (2012). Indicadores de vulnerabilidad y cambio climático en la agricultura de México. *Publicaciones de la Asociación Española de Climatología. Serie A*; 8.
- Monterroso, A., Conde, C., Gay, C., Gómez, D., & López, J. (2014). Two methods to assess vulnerability to climate change in the Mexican agricultural sector. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 19(4), 445-461.
- Moreno, A., & Becken, S. (2009). A climate change vulnerability assessment methodology for coastal tourism. *Journal of Sustainable Tourism*, 17(4), 473-488.
- Mujabar, P. S., & Chandrasekar, N. (2013). Coastal erosion hazard and vulnerability assessment for southern coastal Tamil Nadu of India by using remote sensing and GIS. *Natural Hazards*, 69(3), 1295-1314.
- Mussetta, P., Barrientos, M. J., Acevedo Mejía, E. C., Turbay Ceballos, S. M., & Ocampo Lopez, O. L. (2017). Vulnerabilidad al cambio climático: Dificultades en el uso de indicadores en dos cuencas de Colombia y Argentina.

- OECD (2003). *Environmental indicators. Development, measurement and uses*. Reference Paper. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.
- Ojeda-Bustamante, W., Sifuentes-Ibarra, E., Íñiguez-Covarrubias, M., & Montero-Martínez, M. J. (2011). Impacto del cambio climático en el desarrollo y requerimientos hídricos de los cultivos. *Agrociencia*, 45(1), 1-11.
- Pandey, R., & Jha, S. (2012). Climate vulnerability index-measure of climate change vulnerability to communities: a case of rural Lower Himalaya, India. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 17(5), 487-506.
- Perry, A. L., Low, P. J., Ellis, J. R., & Reynolds, J. D. (2005). Climate change and distribution shifts in marine fishes. *science*, 308(5730), 1912-1915.
- Piya, L., Maharjan, K. L., & Joshi, N. P. (2012). *Vulnerability of rural households to climate change and extremes: Analysis of Chepang households in the Mid-Hills of Nepal* (No. 1007-2016-79495).
- Rajesh, S., Jain, S., & Sharma, P. (2018). Inherent vulnerability assessment of rural households based on socio-economic indicators using categorical principal component analysis: A case study of Kimsar region, Uttarakhand. *Ecological indicators*, 85, 93-104.
- Ramos Reyes, R., Gama Campillo, L. M., Núñez Gómez, J. C., Sánchez Hernández, R., Hernández Trejo, H., & Ruíz Álvarez, O. (2016). Adaptación del modelo de vulnerabilidad costera en el litoral tabasqueño ante el cambio climático. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 7(SPE13), 2551-2563.
- Ravindranath, N. H., Rao, S., Sharma, N., Nair, M., Gopalakrishnan, R., Rao, A. S., & Krishna, N. (2011). Climate change vulnerability profiles for North East India. *Current Science*, 384-394.
- Roldán, M. P., Marrero, M. M., Martínez, C. T. (2010). Cambio climático y salud humana. *Rev Méd Electrón*.
- Scholes, R., Biggs, R., Palm, C., & Duraiappah, A. (2010). Assessing state and trends in ecosystem services and human well-being. *Human Well-Being*, 115.
- Shah, K. U., Dulal, H. B., Johnson, C., & Baptiste, A. (2013). Understanding livelihood vulnerability to climate change: Applying the livelihood vulnerability index in Trinidad and Tobago. *Geoforum*, 47, 125-137.

- Soares, D., & Sandoval-Ayala, N. C. (2016). Percepciones sobre vulnerabilidad frente al cambio climático en una comunidad rural de Yucatán. *Tecnología y ciencias del agua*, 7(4), 113-128.
- Sosa-Rodríguez, F. S. (2015). Política del cambio climático en México: avances, obstáculos y retos. *Revista Internacional de Estadística y Geografía*, 6(2), 4-23.
- Sumaila, U. R., Cheung, W. W., Lam, V. W., Pauly, D., & Herrick, S. (2011). Climate change impacts on the biophysics and economics of world fisheries. *Nature climate change*, 1(9), 449-456.
- Thøgersen, T., Hoff, A., & Frost, H. S. (2015). Fisheries management responses to climate change in the Baltic Sea. *Climate Risk Management*, 10, 51-62.
- Valmonte-Santos, R., Rosegrant, M. W., & Dey, M. M. (2016). Fisheries sector under climate change in the coral triangle countries of Pacific Islands: Current status and policy issues. *Marine Policy*, 67, 148-155.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo a la Universidad Autónoma de Occidente por el apoyo brindado para la realización del estudio y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (conacyt) por el apoyo económico que permitió la conclusión satisfactoria de esta investigación.

SÍNTESIS CURRICULAR

Paúl Adaid García López

Profesor de asignatura base en la Universidad Autónoma de Occidente Unidad Regional Guasave-Sinaloa, adscrito al departamento de Ingeniería y Tecnología; Candidato a Doctor en Sustentabilidad en la misma institución académica; Maestro en Administración en la Universidad Autónoma de Sinaloa unidad Guasave; Licenciatura en Ingeniero Biotecnólogo en el Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON) en Ciudad Obregón-Sonora. pauladaid@hotmail.com

Ramiro Ahumada Cervantes

Profesor investigador de tiempo completo de la Universidad Autónoma de Occidente, inscrito al departamento de Ingeniería y Tecnología. Miembro del núcleo académico básico del Doctorado en Sustentabilidad, con reconocimiento de la PNPC de CONACyT, así como del grupo de investigación, en grado de Consolidación, Gestión y Preservación del Medio Ambiente. Licenciatura en Biología en la Universidad Autónoma de Sinaloa. Maestría en Gestión de Ecosistemas de la Universidad Autónoma de Baja California y un Doctorado en ingeniería en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Principal línea de investigación es la vulnerabilidad y la adaptación al cambio climático. E-mail ramiroac2002@yahoo.com

Luis Carlos González Márquez

Profesor Investigador de Tiempo Completo en la Universidad Autónoma de Occidente, adscrito al Departamento de Ingeniería y Tecnología. Es integrante del núcleo académico básico del Doctorado en Sustentabilidad, reconocido por el PNPC de Conacyt, así como del Cuerpo Académico, en grado de En Consolidación, Manejo y Preservación del Medio Ambiente. Realizó estudios de Licenciatura en Ingeniería Química, en la Universidad Autónoma de Sinaloa, así como de Maestría en Ingeniería (Ambiental) y Doctorado en Ciencias de la Tierra en la Universidad Nacional Autónoma de México. E-mail lcgmarquez@gmail.com

Iván Gpe. Martínez Álvarez

Licenciado en biología en el área de ecología, EBUAS. Maestría en Recursos Naturales y Medio Ambiente (CIIDIR- IPN Unidad Sinaloa). Doctorado en Ciencias en Biotecnología, IPN Unidad Sinaloa. Profesor del P.E. de Biología y del Doctorado en sustentabilidad de la UAdeO, UR Guasave (2017-2019). Estancias de investigación en la escuela nacional de ciencias biológicas IPN, CdMx. Estancia en el Laboratorio Federal Química, México D.F. y en el Colegio de la Frontera Sur ECOSUR, Unidad Tapachula. 2018. Miembro de la red de toxicología. Perfil PRODEP, miembro del sistema estatal de investigadores, miembro sistema nacional de investigadores (candidato), miembro del NAB del Doctorado en sustentabilidad de la UAdeO, UR Guasave. Correo electrónico: igma_biologi@hotmail.com.

Jesús Damián Cordero Ramírez

Licenciado en Biología por la Universidad Autónoma de Occidente (UAdeO); Maestro en Ciencias en Recursos Naturales y Medio Ambiente, y Doctor en Ciencias en Biotecnología, ambos por el Instituto Politécnico Nacional. Profesor y miembro de los núcleos Académicos Básicos de la Maestría en Fitopatología y Medio Ambiente, y del Doctorado en Sustentabilidad, ambos en la UAdeO. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel Candidato. Correo electrónico: jedacora@hotmail.com

Brenda Paulina Villanueva Fonseca

Licenciatura en Biología en la universidad Autónoma de Occidente Unidad Regional Guasave, Maestría en Recursos Naturales y Medio Ambiente en el Instituto Politécnico Nacional-CIIDIR-Unidad Sinaloa en el área de Acuicultura de moluscos bivalos; Doctorado en Ciencias en Conservación del Patrimonio Paisajístico del Instituto Politécnico Nacional-CIIDIR-Unidad Sinaloa. Actualmente profesora en la Licenciatura de Biología y coordinadora del Doctorado en Sustentabilidad en la Universidad Autónoma de Occidente. E-mail brendapaulina1984@hotmail.com