



Fomentado por:



Ministerio Federal
de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza,
Seguridad Nuclear y Protección de los Consumidores

en virtud de una decisión
del Bundestag alemán



INTERNATIONAL
CLIMATE
INITIATIVE

Índice de Capacidad Adaptativa SAbERES

Propuesta metodológica para evaluar y monitorear la
capacidad adaptativa de productoras y productores
rurales de sectores productivos clave de México



WRI MÉXICO



INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA
ATMÓSFERA
Y CAMBIO CLIMÁTICO





SAbERES

Agradecemos a los socios del consorcio del proyecto SAbERES por su valiosa participación y colaboración para esta metodología, en especial a: Alicia Rondón, Bettina Kupper, Daniela Esteva, Ernesto Steinvorth, Fátima López Solana, Fátima López Soto, Gerardo Ríos Sais, Jesús Hernández, José Ángel Domínguez, José Avendaño, Juan Carlos Laso, Laura Escárraga, Leticia Deschamps, Leticia Riquelme, Marco González, Maricel Portilla, Milena Berrocal, Orson Vasco, Rubén Pérez Sánchez, Valeria Javalera Rincón, Yoali López.

Las ideas, aportes y valiosos comentarios de los revisores internos: Javier Warman, Arundhita Bhanjdeo, Tamara Coger, Julio Alves, René Zamora, Stefanie Tye e Ismael Arce; de los revisores externos: Verónica Bunge Vivier, Laura Gómez, Ena Reséndiz y la SEMARNAT a través de CONABIO, CONAFOR, CONAGUA, CONANP y el INECC.

Queremos agradecer especialmente a Manuel Cervera Villanueva, querido colaborador de WRI, que falleció en 2024 y a quien debemos la idea original de desarrollar este índice. Siempre te recordaremos.

Agradecemos el acompañamiento del equipo de RDI de WRI México: Carlos Muñoz, Anamaría Martínez y José Luis Santana.

A Efraín Pacheco, quien contribuyó como traductor en campo (ayuuik-español) y a los productores y productoras que generosamente respondieron nuestras encuestas, proporcionando información y comentarios claves para el desarrollo de esta metodología.

Se agradece enormemente a la Iniciativa Climática Internacional (IKI, por sus siglas en alemán) del gobierno alemán, por su apoyo financiero para este proyecto y la presente publicación.

Este documento fue posible gracias a la colaboración



Foto portada

Productor en apiario en el ejido San Miguel Chichimequillas, Zitácuaro, Michoacán, México.

Foto cortesía del Premio Eugenio Garza Sada para Alternare A.C.

Foto guarda

Productor de milpa en cuenca del río San Juan Zitácuaro, Michoacán, México.

Foto cortesía del Premio Eugenio Garza Sada para Alternare A.C.



Índice de Capacidad Adaptativa SAbERES

Primera edición

Julio 2025

Coordinación editorial: Carlos Muñoz, Anamaría Martínez y José Luis Santana.

Autoría: Patricia Ruiz García, Manuel Cervera, Iván Zúñiga, Zady Vargas, Ana Cecilia Conde Álvarez, Alejandro I. Monterroso Rivas y Rebeca Lomelí.

Diseño gráfico y editorial: Nancy Rojas Corichi

Corrección de estilo y copy: Javier Toscano

Los documentos de trabajo contienen investigaciones preliminares, análisis, hallazgos y recomendaciones. Se difunden para fomentar el debate oportuno y la retroalimentación crítica, así como para influir en el debate continuo sobre temas emergentes.

Citación sugerida: Ruiz García, P., M. Cervera, I. Zúñiga, Z. Vargas, A.C. Conde Álvarez, I. Monterroso Rivas, y R. Lomelí. 2025. "Índice de capacidad adaptativa SAbERES. Propuesta metodológica para evaluar y monitorear la capacidad adaptativa de productoras y productores rurales de sectores productivos clave de México". Documento de Trabajo. México: Instituto de Recursos Mundiales (WRI). Disponible en línea en: <https://doi.org/10.46830/wriwp.24.00066>.

Foto tabla de contenido

Campesino recolectando frutos de café

Envato, New Jadsada 2025



SAbERES

CONTENIDO

Resumen ejecutivo	2
Introducción	11
Metodología	15
Paso 1. Identificación de metodologías e indicadores	18
Paso 2. Diseño y ajuste de la metodología e indicadores para medir la capacidad adaptativa	18
Paso 3. Construcción de instrumento para la medición de los indicadores	19
Paso 4. Ajuste y calibración del instrumento generado	19
Paso 5. Evaluación de la capacidad adaptativa potencial	20
Resultados	21
Paso 1. Identificación de metodologías e indicadores	22
Paso 2. Diseño y ajuste de la metodología e indicadores para medir la capacidad adaptativa	24
Pasos 3 y 4. Instrumento para la medición de los indicadores, ajuste y calibración	31
Paso 5. Construcción de un índice para evaluar la capacidad adaptativa de productores rurales por sector productivo	31
Conclusiones y recomendaciones	35
Apéndices	37
Referencias	49
Acerca de la autoría	53

Producción de miel - Ejido San Miguel Chichimequillas
Zitácuaro, Michoacán, México.
Alternare A.C. 2025



SABERES

A close-up photograph of a honeycomb structure, showing the hexagonal cells and several bees working on it. The image is used as a background for the document.

Resumen ejecutivo

ASPECTOS DESTACADOS

- La capacidad adaptativa de las personas y las comunidades se define aquí como su habilidad potencial para enfrentar los impactos negativos del cambio climático.
- Evaluar esta capacidad permite generar estrategias de adaptación a nivel local, estatal y federal acordes con sus necesidades específicas.
- En México faltan indicadores que permitan evaluar y monitorear la capacidad adaptativa de las personas productoras rurales a nivel local.
- Este documento de trabajo propone una metodología para la evaluación y monitoreo de la capacidad adaptativa a nivel local de personas productoras rurales en los sectores agrícola, ganadero, forestal y ecoturismo.
- Se proponen 38 indicadores que se agrupan en seis dimensiones de medios de vida: natural, social, humana, económica, física y política normativa natural.
- La metodología propuesta en este documento de trabajo puede adaptarse para cualquier región de México.

ANTECEDENTES

El incremento de la temperatura y la variación en el régimen de lluvias, entre otros riesgos, hacen que las personas productoras de comunidades rurales de México sean altamente vulnerables a los efectos adversos del cambio climático (INECC 2021, Monterroso y Conde 2018). Por esta razón, es fundamental incrementar las habilidades de las personas y comunidades rurales para que moderen, tomen ventaja de las oportunidades y enfrenten las consecuencias de los impactos del cambio climático. Esto es lo que se entiende como su capacidad adaptativa (IPCC 2022). Al evaluar la capacidad adaptativa de las personas productoras y las comunidades rurales se pueden identificar fortalezas y debilidades con el objeto de generar acciones que les permitan hacer frente a los efectos adversos del cambio climático actual y futuro (SEMARNAT-INECC 2022).

En este contexto, en México se han realizado esfuerzos para evaluar la capacidad adaptativa de las personas productoras en las principales actividades productivas del sector primario, mediante la generación de indicadores a nivel nacional, municipal y regional, en la que

se recaba información oficial (Nájera et al. 2022, INECC 2019, Monterroso et al. 2018, Monterroso y Conde 2018). Sin embargo, se requieren más estudios que evalúen la capacidad adaptativa a nivel local con información de primera mano de personas productoras de comunidades rurales (Maldonado-Méndez et al. 2022) con el fin de generar acciones de adaptación que sean acordes con sus necesidades específicas.

ACERCA DE ESTE DOCUMENTO DE TRABAJO

El objetivo de este documento es proponer una metodología para la evaluación y monitoreo de la capacidad adaptativa de las personas productoras de comunidades rurales mediante la construcción o ajuste de indicadores a nivel local, considerando sus medios de vida, para los sectores agrícola, ganadero, forestal y ecoturismo. La propuesta de la metodología e indicadores se realizó en conjunto con integrantes del proyecto “Planificación del uso de la tierra e innovación financiera para aumentar la resiliencia de México al cambio climático” (SAbERES)¹ y expertos en el tema (ver Apéndices 1 a 4). Para cumplir con el objetivo planteado, se llevaron a cabo cinco pasos que se ilustran en la Caja 1.

Caja 1 | Esquema metodológico propuesto



Fuente: Elaboración propia

Nota: Ver Apéndice D para conocer algunos momentos relevantes de las pruebas piloto.

Se seleccionó y ajustó la metodología del Marco de Medios de Vida Sostenible que busca entender los entornos de las personas y decidir en conjunto los caminos a seguir para mejorar sus medios de vida y enfrentar los efectos adversos del cambio climático (Ellis 1999, Nájera et al. 2022, Gottret et al. 2011). En total se propusieron 38 indicadores, de los cuales 32 fueron ajustados y seis fueron diseñados (Tabla 1).

Tabla 1 | Distribución de indicadores en las dimensiones del índice.

Dimensión	Indicadores propuestos
Natural	9
Social	3
Humana	4
Económica	6
Física	13
Política normativa	3

Fuente: Elaboración propia

Se levantaron 24 encuestas semiestructuradas (Apéndice 5) en los sectores agrícola, ganadero, forestal y ecoturismo (Tabla 2), como instrumentos para recopilar la información en campo de cada indicador, los cuales se calibraron mediante pruebas piloto (Caja 1).

A través de las organizaciones del consorcio se realizó una invitación general a las personas que integran las organizaciones locales y se entrevistó a quienes acudieron al llamado.

La información recopilada en campo mediante las pruebas piloto fue útil para evaluar la capacidad adaptativa de las personas productoras en cada sector. Como resultado de las encuestas, las personas productoras que tuvieron baja a muy baja capacidad adaptativa fueron, en su mayoría, personas productoras de café. Todos los sectores productivos mostraron debilidades en la dimensión de política normativa.

RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Fue posible proponer una metodología para la evaluación y monitoreo de la capacidad adaptativa de las personas productoras a nivel local por sector productivo

Tabla 2 | Número de encuestas por sector productivo

Sector	No. encuestas
Agrícola	11
Forestal	2
Ecoturismo	1
Ganadería	10

Fuente: Elaboración propia

(agrícola, ganadero, forestal y ecoturismo), que puede adaptarse para cualquier región de México. El empleo de esta metodología en los sectores de producción que implican diversas cadenas de valor puede dar pauta a detectar las dimensiones (natural, humana, social, física, económica y política normativa) en las que las personas productoras tengan menor capacidad de adaptación al cambio climático y, de esta manera, tener evidencias cuantitativas que permitan a los gobiernos (local, estatal o federal), financiadores e investigadores, tomar decisiones y diseñar estrategias de adaptación que consideren las necesidades específicas de las personas productoras en comunidades rurales. De la misma manera, se puede monitorear la eficacia de las estrategias de adaptación para mejorar la capacidad adaptativa de las personas productoras a través del tiempo al considerar su variabilidad climática.

Se recomienda diseñar un muestreo representativo para levantar una línea base por sector productivo con el fin de evaluar la capacidad adaptativa de las personas productoras rurales al considerar un mayor número de datos, con el objeto de continuar los ajustes a la metodología y a los indicadores aquí propuestos. Debido a que los sectores productivos (agricultura, ganadería, forestal y ecoturismo) en México son muy heterogéneos en sus aspectos climáticos, biofísicos y socioeconómicos (Coronado-Minjarez et al. 2019) se sugiere que, antes de levantar la línea base, se realice una estratificación de personas productoras por sector, que considere estos aspectos con el fin de establecer niveles de diferenciación entre ellos.

Sierra Chincua, Santuario de la mariposa monarca
Zitácuaro, Michoacán, México.
Alternare A.C. 2025



SABERES



Introducción

México es altamente vulnerable a los efectos adversos del cambio climático debido a que su ubicación geográfica lo expone a eventos hidrometeorológicos extremos. Asimismo, entre sus características sociales predominan la pobreza y la desigualdad y escasean las opciones de desarrollo regional (INECC 2021). Estos efectos adversos del cambio climático ya influyen en las formas de vida de las personas productoras de comunidades rurales² que dependen de actividades productivas a pequeña escala como la agricultura, la ganadería, la silvicultura y/o el ecoturismo, así como en la manera de adaptarse a esos cambios (Ferreira et al. 2024, IPCC 2022). Ante esta problemática, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC por sus siglas en inglés) estableció bases para la adaptación al cambio climático, entre las cuales la capacidad adaptativa es un elemento fundamental (UNFCCC 2012). Asimismo, el acuerdo de París propuso el Objetivo Mundial de Adaptación (GGA por sus siglas en inglés) para mejorar la capacidad adaptativa de las personas al cambio climático con el objeto de reducir la vulnerabilidad y fortalecer la resiliencia (ONU 2015).

En México, la Contribución Determinada a Nivel Nacional (actualización 2022-2030) planteó fortalecer la sostenibilidad de los sistemas de producción de alimentos y prácticas agrícolas resilientes que aumenten la capacidad adaptativa al cambio climático de las personas productoras de comunidades rurales e incentivar la investigación, el desarrollo y la aplicación del conocimiento científico y tradicional (SEMARNAT-INECC 2022). Aumentar la capacidad adaptativa de las personas productoras en comunidades rurales es una prioridad, tanto a nivel internacional como nacional. La capacidad adaptativa está conectada con el término de vulnerabilidad climática. Existen diferentes corrientes que estudian y definen a la vulnerabilidad (p. ej. enfoque de riesgo), sin embargo, en este documento se definió a la vulnerabilidad desde el marco conceptual del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) que menciona que la vulnerabilidad es el **“grado en el que un sistema es susceptible o incapaz de hacer frente a los efectos adversos del cambio climático, incluyendo la variabilidad climática y los extremos”** (IPCC 2022).

Para el IPCC (2007), la vulnerabilidad está en función de la exposición, *la sensibilidad y la capacidad adaptativa*. La exposición se define como los cambios y variaciones en el clima a los cuales está sujeta una población o actividad económica. La sensibilidad se refiere al grado en que un sistema puede verse afectado debido a la exposición. Por su parte, la capacidad adaptativa se define como una **“habilidad potencial de las personas y comunidades para moderar, tomar ventaja de las oportunidades y enfrenar consecuencias de los efectos adversos del cambio climático”** (IPCC 2022). Para Engle (2011) y Thomas et al. (2019), si una persona o comunidad presenta alta capacidad adaptativa, se reducen los efectos de la exposición y sensibilidad y, por consecuencia, se reduce la vulnerabilidad. Por lo tanto, la capacidad adaptativa de las personas y las comunidades está en función tanto del potencial con el que cuentan para hacer frente a los impactos negativos del cambio climático como de su habilidad para aprovechar sus posibles efectos positivos. Este potencial puede deberse a la riqueza natural del sistema, la tecnología para mantener al sistema, la educación, las instituciones o la infraestructura, entre otros (IPCC 2022, Monterroso y Conde 2018).

La capacidad adaptativa ha cobrado relevancia en la agenda política y científica de las últimas dos décadas ya que es una condición necesaria para lograr una adaptación acorde con las necesidades prioritarias de las personas y las comunidades ante el cambio climático (Williams et al. 2015). En sistemas humanos, la adaptación se define como un **“Proceso de ajuste en sistemas humanos que se realiza en respuesta a los estímulos climáticos para moderar el daño o aprovechar las oportunidades que signifiquen beneficios”** (IPCC 2022). En este contexto, la adaptación se considera como un ejercicio de la capacidad adaptativa. Es decir, la capacidad adaptativa se refiere al potencial y la adaptación a las acciones. En el aspecto político, la capacidad adaptativa es necesaria para cumplir con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Maldonado-Méndez et al. 2022) y es una de las metas de las políticas ambientales internacional (Acuerdo de París) y nacional (Contribuciones Determinadas a nivel Nacional y el Programa Especial de Cambio Climático) (SEMARNAT-INECC 2022).

Dada la relevancia de la capacidad adaptativa para reducir la vulnerabilidad y constituirse en un pilar para la generación de acciones de adaptación, se tiene un creciente interés en su evaluación. Algunos estudios (Mahfoud y Adjizian-Gerard 2021, Laureta et al. 2021, Zannmassou et al. 2020) sugieren evaluar la capacidad adaptativa mediante el análisis de los recursos que tiene una persona para sostenerse de acuerdo con el acceso de seis dimensiones de medios de vida: natural, social, humana, económica, física y política normativa (Douglass-Gallagher y Stuart 2019, Maldonado-Méndez et al. 2022, Matewos 2020). Por otro lado, Cinner et al. (2018) mencionan que la evaluación de la capacidad adaptativa debe considerar el compromiso de las personas para asumir el riesgo, tomando en cuenta las experiencias personales, la confianza y las expectativas en las autoridades, las preocupaciones contrapuestas y la composición y dinámica del lugar. Además, la capacidad adaptativa está estrechamente relacionada con la capacidad del individuo o de una comunidad para afrontar la exposición al cambio climático (IPCC 2022). Sin embargo, hasta el momento no se tienen suficientes mecanismos para medir estos factores (Maldonado-

Méndez et al. 2022). Por eso, y por la multidimensional del término y lo complejo que puede ser el diseño de herramientas para su análisis, evaluar la capacidad adaptativa de las personas y las comunidades representa un reto (Stringer et al. 2020).

En México, existen pocos estudios que han realizado esfuerzos para evaluar la capacidad adaptativa de las personas y las comunidades en los sectores agrícola, ganadero, forestal y ecoturismo (por ejemplo Nájera et al. 2022, Maldonado-Méndez et al. 2022, INECC 2019, Monterroso et al. 2018, Monterroso y Conde 2018). Gran parte de estos estudios tomaron como base teórica el Marco de Medios de Vida Sostenible (MMVS). Así, Monterroso y Conde (2018) crearon un índice de capacidad adaptativa a nivel municipal que considera el sector agrícola y forestal a partir de 19 indicadores que se categorizaron en cinco dimensiones: natural, social, humano, económico y político. Por su parte, Monterroso et al. (2018) definieron 55 indicadores a nivel nacional para hacer una evaluación multitemporal de la vulnerabilidad al cambio climático en el sector agrícola de México, en el que se incluye la capacidad adaptativa. En este estudio, los indicadores también se categorizaron en las cinco dimensiones mencionadas anteriormente. Por otro lado, Maldonado-Méndez et al. (2022) propusieron analizar la capacidad adaptativa del sector agrícola en el estado de Chiapas, mediante la selección de 19 indicadores categorizados en seis dimensiones (recursos económicos, recursos humanos, infraestructura para producción y comercialización, capital social, institucionalidad y recursos naturales). Mientras que Nájera et al. (2022) midieron la capacidad adaptativa del sector turístico en ejidos costeros del Pacífico mediante indicadores divididos en cinco dimensiones (natural, social, financiero, humano y físico). Por último, el Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático que publicó el Instituto de Ecología y Cambio Climático (INECC 2019) analizó la vulnerabilidad a través de la exposición, la sensibilidad y la capacidad adaptativa bajo un enfoque de riesgo, en el que se consideró a la producción ganadera extensiva y forrajera vulnerable a inundaciones y estrés hídrico a nivel estatal y municipal.

Como se puede ver, las investigaciones realizadas hasta el momento en México se enfocan en evaluar la capacidad adaptativa de las personas que se dedican a la actividad agrícola, ganadera y forestal a escala estatal, municipal y regional. Se requieren estudios a nivel local que analicen la capacidad adaptativa de las personas de comunidades rurales y que consideren los cuatro principales sectores de producción (agrícola, ganadero, forestal y ecoturismo) con información recopilada en campo.

Se propone entonces una metodología para la evaluación y monitoreo de la capacidad adaptativa de las personas de comunidades rurales mediante la construcción y ajuste de indicadores a nivel de finca y organización local bajo el enfoque teórico del MMVS en los sectores agrícola, ganadero, forestal y ecoturismo. Esta metodología considera que las personas de comunidades rurales pueden tener diferente capacidad para adaptarse al cambio climático, debido a la gama de sectores de producción, ubicación geográfica y escala de análisis que hay en México. El uso de esta metodología puede generar evidencias cuantitativas que permitan a los tomadores de decisiones, gobiernos, financiadores e investigadores desarrollar estrategias de adaptación al cambio climático que consideren las necesidades específicas de las personas de comunidades rurales. Asimismo, esta metodología puede contribuir al debate sobre cómo medir la capacidad adaptativa de las personas, tanto a nivel nacional como internacional.

Productora de milpa en el ejido Crescencio Morales
Zitácuaro, Michoacán, México.
Alternare A.C. 2025



SABERES



Metodología

Para evaluar la capacidad adaptativa de comunidades rurales en los sectores agrícola, ganadero, forestal y ecoturismo, se llevó a cabo una investigación estructurada en cinco pasos. Primero, se realizó una revisión sistemática para identificar metodologías e indicadores relevantes. Luego, se diseñaron y ajustaron estos elementos mediante mesas de trabajo con expertos y miembros del consorcio del proyecto. Posteriormente, se construyó un instrumento de medición, consistente en encuestas semiestructuradas, el cual fue calibrado a través de pruebas piloto en municipios seleccionados por su vulnerabilidad y presencia de modelos productivos SAbERES. Finalmente, se evaluó la capacidad adaptativa utilizando los datos de estas encuestas, calculando un índice mediante el método de sumas ponderadas y normalizando los resultados para asignar una clasificación cualitativa.

Para cumplir con el objetivo de esta investigación, se desarrollaron cinco pasos que se describen a continuación:

PASO 1. IDENTIFICACIÓN DE METODOLOGÍAS E INDICADORES

Se realizó una revisión sistemática rápida de artículos científicos e información de fuentes oficiales en el periodo 2015-2024 con la finalidad de dar respuesta a las siguientes preguntas:

1. ¿Qué metodologías se están empleando para evaluar la capacidad adaptativa de las personas de comunidades rurales en los sectores agrícola, ganadero, forestal y ecoturismo a nivel global?
2. ¿Qué indicadores e instrumentos para recopilación de información se están utilizando para evaluar la capacidad adaptativa de personas de comunidades rurales en los sectores agrícola, ganadero, forestal y ecoturismo a nivel global?

Se usaron las bases de datos Scopus, SciELO y Google académico. Esta última se utilizó para recuperar artículos e informes de fuentes oficiales adicionales que no fueron capturados en las dos primeras. Se incluyeron artículos científicos en español e inglés de revistas indexadas, así como informes de fuentes oficiales. Las palabras clave de búsqueda fueron: “capacidad adaptativa”, “indicadores”, “métodos” y “cambio climático”, combinados con los términos de “dimensiones”, “agricultura”, “forestal”, “pecuario”, “ecoturismo” y “productores rurales”. Es importante mencionar que sólo se buscó información para los sectores agrícola, ganadero, forestal y ecoturismo, debido a que, de acuerdo con el Censo Agropecuario 2022, son las principales actividades económicas del sector primario del país (INEGI 2023).

Los criterios de inclusión y exclusión de literatura fueron los siguientes: se incluyó información en inglés o español de revistas indexadas de los últimos 10 años (2015-2024). Se excluyeron del análisis documentos relacionados con literatura gris, artículos científicos que no estuvieran en una revista indexada, así como información repetida o que no mostrara de manera clara los indicadores y metodologías usadas para medir la capacidad adaptativa.

Una vez que se aplicaron los criterios de inclusión y exclusión de literatura, se utilizó el enfoque de Creswell (2012) para agrupar en una matriz por temas (indicadores y metodologías) y por sector productivo (agrícola, ganadero, forestal y ecoturismo) para identificar la frecuencia de mención.

PASO 2. DISEÑO Y AJUSTE DE LA METODOLOGÍA E INDICADORES PARA MEDIR LA CAPACIDAD ADAPTATIVA

Derivado de la revisión sistemática rápida, se seleccionó la metodología y los indicadores más utilizados por los estudios analizados. La metodología y los indicadores seleccionados se ajustaron mediante tres mesas de trabajo que se llevaron a cabo con 22 integrantes de las organizaciones que conforman el proyecto SAbERES (WRI, GAIA, GITEC-IGP, BID, IIASA, IICA, IUCN)³ (ver Apéndice 1). En las mesas de trabajo, todos los asistentes sugirieron la inclusión, exclusión y ajustes de la metodología e indicadores seleccionados en literatura (ver Apéndice 2), además de que se dieron propuestas para diseñar nuevos indicadores que se encontraron pero que podían integrarse para evaluar la capacidad adaptativa de las personas productoras. Los criterios para seleccionar, ajustar y diseñar los indicadores fueron los siguientes:

- Capacidad de medir las habilidades potenciales de las personas productoras para moderar, tomar ventaja de las oportunidades y/o enfrentar consecuencias del cambio climático. Esto es importante para analizar la capacidad adaptativa en las diferentes dimensiones del marco de medios de vida sostenible (natural, social, humana, económica y política normativa).
- Aplicabilidad a los cuatro sectores de interés (agrícola, ganadero, forestal y ecoturismo), es decir, que pudieran ajustarse sin dificultad a diferentes sectores productivos.
- Replicabilidad en zonas similares con el objeto de que los resultados del índice de capacidad adaptativa puedan compararse.
- Comparabilidad en distintos periodos, para monitorear la capacidad adaptativa de las personas productoras a través del tiempo.

- Disponibilidad de forma gratuita o mínima inversión u obtenibles con limitaciones de tiempo y movilidad para evitar costos económicos excesivos y que la recolección de datos fuera económicamente viable.
- Flexibilidad de medirse a nivel individual, local y/o regional.

Por último, la propuesta final de los indicadores se expuso ante tomadores de decisiones a nivel gubernamental nacional (SEMARNAT y Agricultura) (ver Apéndice 3) quienes dieron sugerencias y comentarios que se integraron para mejorarlos; sin embargo, no se trató de un ejercicio de co-construcción o validación.

PASO 3. CONSTRUCCIÓN DE INSTRUMENTO PARA LA MEDICIÓN DE LOS INDICADORES

Derivado de la revisión de literatura, se seleccionó y construyó un instrumento que consistió en encuestas semiestructuradas para recopilar la información de los indicadores en campo. Para ello, se diseñó un guión por sector productivo (agrícola, ganadero, forestal y ecoturismo) (Apéndice 5) con 41 preguntas agrupadas por secciones con base en los indicadores diseñados y ajustados, con la finalidad de tener claridad y coherencia a la hora de realizar las encuestas en campo⁴. La primera sección se enfocó en recabar información sobre los datos personales de la persona productora con la finalidad de tener mayor contexto sobre la población objetivo. La sección dos se concentró en medir los indicadores que estuvieran relacionados con información correspondiente sobre la unidad de producción. En la sección tres se recopiló información sobre los indicadores orientados a medir la calidad, conservación y buenas prácticas de manejo del agua, suelo y recursos forestales en la unidad de producción, así como el manejo integral de plagas y enfermedades. La sección cuatro se conformó por preguntas conducentes a indicadores de la dimensión económica. La sección cinco agrupó preguntas para recopilar información sobre indicadores relacionados con la capacidad de respuesta del productor ante eventos hidrometeorológicos extremos.

Se buscó que las preguntas fueran breves, además de que se utilizó un lenguaje sencillo y de fácil comprensión. Las encuestas tuvieron una duración aproximada de 20 minutos. A cada pregunta se le asignó una clave que correspondiera al indicador del cual se pretendía obtener la información. Se procuró que la mayoría de las preguntas tuvieran respuestas de opción múltiple, con la finalidad de ponderar las respuestas por medio de la asignación de un valor numérico que se estableció en conjunto con los integrantes del proyecto SAbERES. Esto se realizó para facilitar la evaluación de la capacidad adaptativa mediante la construcción de un índice en cada sector analizado.

PASO 4. AJUSTE Y CALIBRACIÓN DEL INSTRUMENTO GENERADO

En conjunto con integrantes del proyecto SAbERES, se seleccionaron tres municipios para calibrar mediante pruebas piloto el instrumento que se construyó para recopilar la información de los indicadores ajustados y/o diseñados. Para la selección de los tres municipios en los que se llevaron a cabo las pruebas piloto se consideraron cinco criterios:

1. Municipios de mediana, alta o muy alta vulnerabilidad de acuerdo con el Atlas Nacional de Vulnerabilidad.
2. Alto grado de marginación y pobreza con base en información de CONAPO, INEGI y CONEVAL.
3. Presencia de áreas prioritarias para la conservación biológica (Regiones Terrestres Prioritarias de la CONABIO), como parte de la focalización en biodiversidad del donante y el potencial de las estrategias de adaptación basada en ecosistemas en estos sitios.
4. Presencia de organizaciones locales integradas por personas de comunidades rurales dedicadas a las principales actividades económicas del sector primario (agrícola, ganadero, forestal y ecoturismo) como principal fuente de ingresos.
5. Contacto previo y buena relación de las organizaciones socias del proyecto SAbERES con las organizaciones locales.

Las pruebas piloto se llevaron a cabo con personas que integraban las organizaciones locales. Se buscó abarcar los cuatro sectores productivos de interés (ver Apéndice 4). Para la actividad agrícola, se llevaron a cabo ocho encuestas a personas que producen café bajo sombra y tres personas que cultivan maíz asociado con agave, las cuales pertenecen a la organización local Centro de Innovación Integral para el Desarrollo Rural (CIINDER) Kuko, que se localiza en la región Mixe del estado de Oaxaca. Debido a que en esta región el 100 por ciento de la población habla mixe, fue necesaria la colaboración de un técnico bilingüe que permitió una mejor comunicación y comprensión tanto del encuestado como del encuestador.

En cuanto a la actividad ganadera, se entrevistó a ocho personas integrantes de la Asociación Ganadera de Cunduacán ubicada en el municipio de Cunduacán, Tabasco. Éstas se dedican a la ganadería extensiva en la que predomina la cría de bovinos. Para la actividad forestal y de ecoturismo se encuestaron a dos y a una persona, respectivamente, quienes lideran la organización Unión de Comunidades Productoras Forestales Zapotecos-Chinantecos (UZACHI) ubicada en Capulálpam de Méndez, en la región Sierra Juárez, Oaxaca. Es importante mencionar que esta organización se dedica al manejo forestal comunitario y busca en todo momento un manejo forestal sostenible así como la defensa de sus territorios. El manejo sostenible de sus bosques les ha permitido tener actividades ecoturísticas enfocadas en el senderismo, observación de aves y cría de venados, por mencionar algunas.

PASO 5. EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ADAPTATIVA

Para probar la eficacia de los indicadores ajustados y diseñados en la evaluación de la capacidad adaptativa de las personas de comunidades rurales en cada sector (agrícola, ganadero, forestal y ecoturismo), se realizó un ejercicio para retomar los resultados obtenidos de las encuestas en las pruebas piloto. Con los datos recopilados para cada indicador, se calculó el índice de evaluación de la capacidad adaptativa por sector productivo que utilizara el método de sumas ponderadas, el cual consiste en asignar el mismo peso a todas las variables.

Existen diversos métodos para asignar peso a las variables, entre los que destacan el juicio de expertos, la ponderación igual y algunos métodos estadísticos como el análisis de componentes principales (ACP) que pondera cada variable por separado (Monterroso et al. 2012). Es importante mencionar que este último es una técnica utilizada para extraer las combinaciones lineales que mejor capturan la información de un grupo amplio de variables (Monterroso et al. 2012). En este caso se decidió, en conjunto con los integrantes del proyecto SAbERES, asignar el mismo peso a las variables. Al tener una muestra de datos reducida, se utilizó el método de sumas ponderadas por ser el que más se ajustó a esta decisión. Sin embargo, no se debe descartar el uso de ACP en caso de que se quiera utilizar un mayor número de datos y eliminar variables.

Los valores que se obtuvieron de los indicadores en las pruebas piloto se organizaron de manera que sus valores máximos reflejaran la capacidad adaptativa máxima (Monterroso et al. 2018).

Los valores que requerían eliminar su dependencia sobre las unidades de medida usadas se estandarizaron (Z). Ver Caja 2 para conocer la fórmula para calcular el valor estandarizado.

Caja 2 | Fórmula para calcular el valor estandarizado

$$Z = (X_i - X) / SD \dots \dots \dots \text{Ec. (1)}$$

donde:

Z= valor estandarizado

X_i = valor observado

X= valor medio

SD= desviación estándar.

El índice de capacidad adaptativa se obtuvo mediante una suma aritmética de los valores de los indicadores que correspondían a las dimensiones establecidas en la metodología seleccionada para evaluar la capacidad adaptativa (Ec. 2).

$$ICA = (SIx_1 + SIx_2 + \dots + SIx_n \dots \dots \dots) \dots \dots \dots \text{Ec. (2)}$$

donde:

ICA= Índice de Capacidad Adaptativa

SIx_i = subíndice de la dimensión X_n

Una vez que se obtuvo el índice, éste se normalizó con valores entre 0 y 1 usando la ecuación 3, donde N es el valor normalizado, X_i es el valor observado, X_m es el valor mínimo observado y X_M es el valor máximo observado en el grupo de datos i:

$$N = (X_i - X_m) / (X_M - X_m) \dots \dots \dots \text{Ec (3)}$$

El índice de capacidad adaptativa se asignó a cada sector productivo y el rango final de los valores recibió un indicador cualitativo para la magnitud de su capacidad adaptativa de acuerdo con la clasificación por quintiles:

- Muy baja (0.00-0.20)
- Baja (0.21-0.40)
- Media (0.41-0.60)
- Alta (0.61-0.80)
- Muy alta (0.81-1.00)

Fuente: Elaboración propia

Pequeño productor alimenta al ganado con maguey
México
Juanjo Menta para Envato



SABERES



Resultados

Se realizó una revisión de literatura que identificó 17 metodologías y 151 indicadores utilizados globalmente para evaluar la capacidad adaptativa en los sectores agrícola, ganadero, forestal y ecoturismo, destacando el Marco de Medios de Vida Sostenible (MMVS) como el más empleado por su enfoque integral. Se ajustaron y diseñaron 38 indicadores organizados en seis dimensiones (natural, social, humana, económica, física y política normativa) para medir de forma contextualizada la capacidad adaptativa de productores rurales. A través de encuestas semiestructuradas y calibradas en pruebas piloto en municipios vulnerables, se recopiló información clave pese a retos lingüísticos y demográficos. Los resultados mostraron que productores de café presentan baja capacidad adaptativa, principalmente por deficiencias en las dimensiones humana, física y política normativa, mientras que quienes se dedican a la actividad forestal y el ecoturismo demostraron mejores condiciones, aunque también requieren fortalecer la gobernanza. En general, la dimensión política normativa fue la más débil en todos los sectores, lo que evidencia la necesidad de una mayor inclusión de las comunidades en la planeación territorial y en el diseño e implementación de políticas para mejorar su capacidad de adaptación al cambio climático.

PASO 1. IDENTIFICACIÓN DE METODOLOGÍAS E INDICADORES

Se encontraron un total de 738 artículos revisados por pares relacionados con la evaluación y monitoreo de la capacidad adaptativa de personas productoras de comunidades rurales en los sectores agrícola, ganadero, forestal y ecoturismo. De ellos, 366 pertenecieron al sector agrícola, 100 al sector ganadero, 205 al sector forestal y 67 al sector de ecoturismo. Al aplicar los criterios de inclusión y exclusión sólo 53 artículos mostraron de manera clara los indicadores, metodologías y métodos más usados para evaluar la capacidad adaptativa.

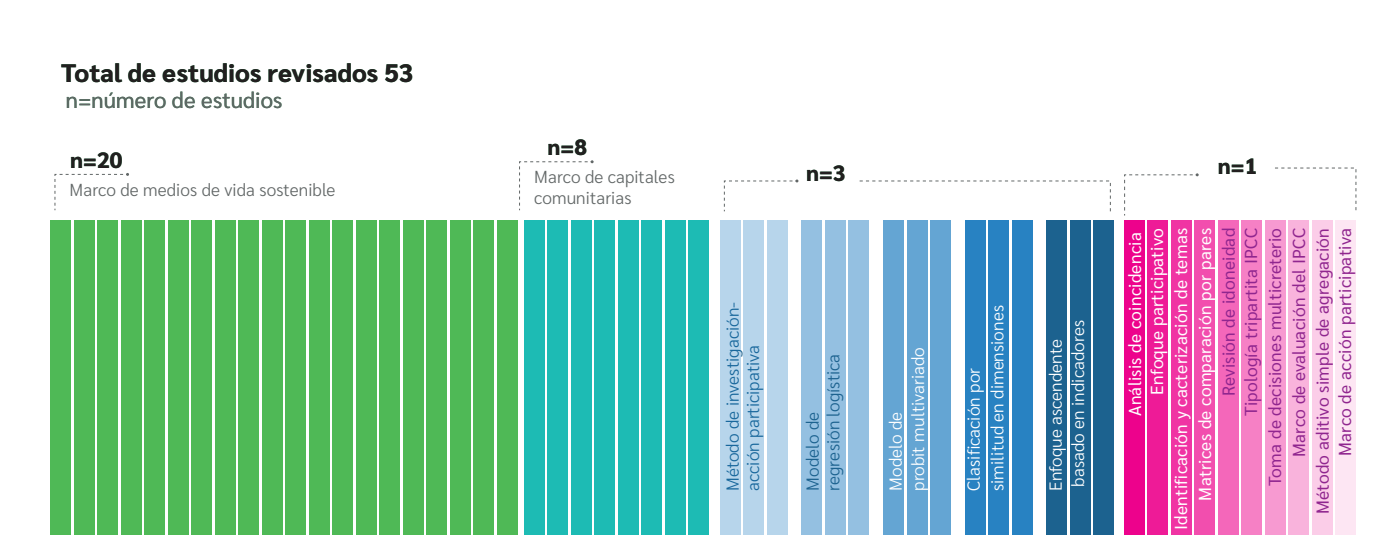
Metodología

Se identificaron 17 metodologías para medir la capacidad adaptativa en los sectores agrícola, ganadero, forestal y ecoturismo (Figura 1). Se encontró que 38 por ciento de los estudios analizados utilizó el Marco de Medios de Vida Sostenible (MMVS) para evaluar la capacidad adaptativa de las personas productoras en comunidades rurales que se dedican a los sectores agrícola, ganadero, forestal y ecoturismo como principal fuente de ingresos.

El MMVS es un concepto que surgió a mediados de la década de 1980 propuesto por Chambers y Conway (1992), el cual consiste en identificar las capacidades (aptitudes y talentos), recursos (económicos, físicos, naturales, humanos, sociales y políticos) y actividades (ingresos) que una población tiene y utiliza para buscar su bienestar y resiliencia ante la variabilidad climática (Hoang et al. 2023, Gottret et al. 2011, Ellis 1999).

De acuerdo con Hoang et al. (2023), el Marco de Medios de Vida Sostenible se centra en la identificación de dimensiones, las cuales se miden mediante indicadores para obtener índices compuestos que proporcionan información sobre el potencial de las personas para hacer frente al cambio climático. De esta manera se puede obtener una línea base y monitorear la capacidad adaptativa de las personas para hacer frente al cambio climático y entender sus estrategias de adaptación. La ventaja que tiene el MMVS sobre otros métodos es que busca entender los medios de vida de las personas en su propio contexto para decidir conjuntamente con la población los caminos a seguir para mejorar su entorno y enfrentar los efectos adversos del cambio climático (Nájera et al. 2022, Gottret et al. 2011). Por lo tanto, este marco fue el que se seleccionó en este documento de trabajo.

Figura 1 | Metodologías para medir la capacidad adaptativa de productores rurales en los sectores agrícola, ganadero, forestal y ecoturismo

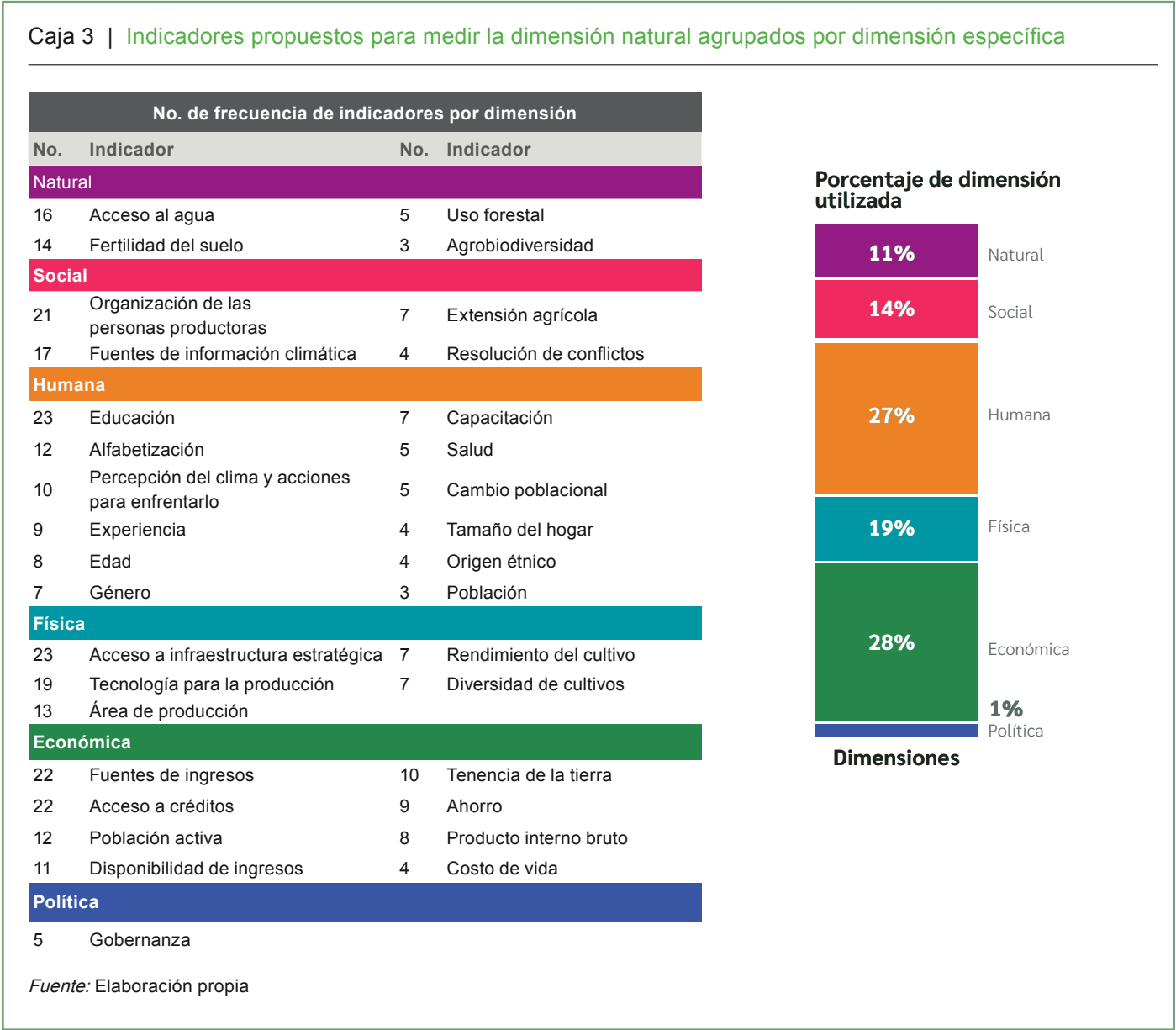


Fuente: Elaboración propia con base en los resultados de la búsqueda sistemática

Indicadores

De acuerdo con la revisión sistemática rápida, se identificaron 151 indicadores que se están utilizando para evaluar la capacidad adaptativa de las personas productoras en los cuatro sectores de interés. De ellos, 66 pertenecen al sector agrícola, 33 al sector ganadero, 22 al sector forestal y 30 al sector de ecoturismo. En la mayoría de los estudios evaluados, los indicadores se encontraron agrupados por dimensiones (natural, humana, social, económica, física y política) que se definieron en el MMVS. En la Caja 3 se muestran los

indicadores que se mencionaron con mayor frecuencia en la revisión sistemática rápida, los cuales se agruparon por dimensión. Es importante aclarar que ésta fue la base para comenzar a seleccionar y ajustar indicadores útiles para medir la capacidad adaptativa en los sectores agrícola, ganadero, forestal y ecoturismo que fueron de interés en este documento de trabajo.



Instrumentos y métodos para recopilar información y construir el índice de capacidad adaptativa

Se encontró que el 32 por ciento de los estudios analizados utilizaron encuestas semiestructuradas para el levantamiento de la información en campo, mientras que 17 por ciento utilizó revisión de literatura para recopilar información y 13 por ciento usó entrevistas semiestructuradas. La ventaja de usar encuestas semiestructuradas es que este instrumento, en comparación con los otros dos, puede recopilar de manera puntual información cuantitativa de los indicadores de capacidad adaptativa de manera rentable y eficiente, además de que ofrece flexibilidad manteniendo uniformidad en los datos (Bui y Do 2022). Sin embargo, las encuestas semiestructuradas, si no están bien diseñadas, pueden prolongarse demasiado, lo que puede agotar al entrevistado. Además, se requiere inversión de recursos económicos y tiempo para trasladarse al lugar de interés.

Los resultados confirman que no existe un método estándar para construir un índice para la evaluación de la capacidad adaptativa de personas productoras en comunidades rurales, sin embargo, el método más utilizado por los estudios analizados fue el ACP con casi 40 por ciento del total de los estudios. Este método permite identificar las variables más importantes, con el fin de generar el índice de capacidad adaptativa y, a partir de éste, ordenar las unidades de observación. Su limitante es que requiere tres veces más datos que el número de variables para que funcione correctamente (Nájera et al. 2021). Existen otros métodos como el de sumas ponderadas, en el que todos los indicadores tienen el mismo peso, la ventaja de este método es que puede ser utilizado sin importar el número de datos disponibles (Monterroso et al. 2012).

PASO 2. DISEÑO Y AJUSTE DE LA METODOLOGÍA E INDICADORES PARA MEDIR LA CAPACIDAD ADAPTATIVA

Se utilizó la metodología del MMVS, para la que se seleccionaron seis dimensiones generales con el fin de evaluar la capacidad adaptativa de las personas productoras: natural, social, humana, económica, física (tecnología e infraestructura estratégica) y política normativa. Estas dimensiones se dividieron en

dimensiones específicas para organizar de una mejor manera los indicadores ajustados y/o diseñados. En total se ajustaron 32 indicadores y se diseñaron seis nuevos (D5.3-I1, D5.3-I5, D5.3-I6, D6.1-I1, D6.1-I2 y D6.1-I3; ver Tablas 7 y 8); cada indicador se agrupó por dimensión general y específica. La descripción de cada dimensión general y específica se describe a continuación, mientras que los indicadores agrupados por dimensiones se presentan en los Tablas 3 a 8. Cada indicador tiene una clave alfanumérica: Di-Ix, donde Di corresponde a la dimensión específica a la que pertenece el indicador, mientras que Ix representa el indicador numerado por orden consecutivo.

1. Dimensión natural. Se refiere a los recursos naturales necesarios para sostener la funcionalidad de los sistemas agrícola, ganadero, forestal y ecoturismo de la persona productora rural, que contribuyen a la regulación climática (agua, suelo, vegetación, agrobiodiversidad) (Mekonen et al. 2021, Maldonado-Méndez et al. 2022). Consta de cuatro dimensiones específicas que se describen a continuación y de nueve indicadores que se detallan en el Tabla 3.

1.1. Agrobiodiversidad. Intersección de la diversidad biológica y cultural que engloba especies de plantas, animales, hongos y microorganismos recolectados, cultivados y domesticados para la alimentación y otros usos de la persona productora rural (CONABIO 2020).

1.2. Disponibilidad de fuentes de agua. Capacidad de la persona productora rural para acceder a diversas fuentes de agua que permitan incidir en la salud tanto de los agroecosistemas como en su bienestar, la calidad de los alimentos y las actividades económicas (agua subterránea, ríos, lagos, riachuelos, etc.) (SEMARNAT 2013).

1.3. Calidad y conservación de suelo y agua. Capacidad del suelo para funcionar dentro de los límites del agroecosistema, sostener la productividad de plantas y animales, mantener o mejorar la calidad del agua y sostener el hábitat en el que se desarrolla el productor rural (FAO 2020).

1.4. Conservación del recurso forestal. Se refiere a las actividades de manejo sostenible que realiza la persona productora rural para el mantenimiento de las condiciones que propician la persistencia y evolución del ecosistema forestal cercano a su unidad de producción, sin degradación o pérdida de sus funciones (CONAFOR 2022).

Tabla 3 | Indicadores propuestos para medir la dimensión natural agrupados por dimensión específica

Clave	Indicador propuesto	Unidad de medida	Referencias
Dimensión específica de agrobiodiversidad			
D1.1-I1	Riqueza de especies ⁵ manejadas en el agroecosistema (p. ej. granos, hortalizas, hongos, frutales, pastos forrajeros, árboles/arbustos forrajeros, árboles maderables, ornamentales, árboles/arbustos para leña, aves, porcinos, ovinos, vacunos, equinos, granjas piscícolas, apicultura, insectos comestibles, otros).	Número de especies	Núñez et al. (2023), Gupta et al. (2020), Kalli (2022), Mahfoud C. (2021), Zanmassou Y.C. (2020)
Dimensión específica de disponibilidad de fuentes de agua			
D1.2-I1	Número de fuentes de agua disponibles para el manejo de la unidad de producción o procesamiento de productos que se obtienen de ella (ojos de agua, riachuelos, ríos, lagunas, lagos, etc.).	Más de 3 fuentes = 3 2 fuentes = 2 1 fuente = 1 Sin fuentes de agua= 0	Núñez et al. (2023), Kumari et al. (2023), Gupta. et al. (2020),Maldonado-Méndez et al. (2022), Mahfoud et al. (2021), Swami et al. (2021)
D1.2-I2	Distancia que recorre la persona productora para acceder a las fuentes de agua disponibles en su unidad de producción o centro de acopio.	km	
D1.2-I3	Disponibilidad de las fuentes de agua durante todo el año en la unidad de producción de las personas productoras.	Abundante = 4 Suficiente = 3 Insuficiente = 2 Crítica = 1 Ausente = 0	
Disponibilidad específica de calidad y conservación de suelo y agua			
D1.3-I1	Calidad del agua ⁶ (buena o excelente) de las diversas fuentes a disposición d las personas productoras para su unidad de producción.	Excelente = 4 Buena = 3 Regular = 2 Mala = 1 Muy mala = 0	Hoang L.P. et al. (2023)
D1.3-I2	Calidad del suelo ⁷ (buena o excelente) de la unidad de producción de las personas productoras.	Excelente = 4 Buena = 3 Regular = 2 Mala = 1	Maldonado-Méndez et al. (2022), Zanmassou (2020), Hoang (2023)
D1.3-I3	Número de obras existentes para reducir el arrastre y escurrimiento del suelo y agua en las áreas, con o sin pendiente (laderas, valles ondulados, planicies), aledañas a las áreas productivas (p. ej. estabilidad de taludes, presas para el control de azolves, presas de malla de alambre, morillos, ramas, piedra acomodada, llantas, mampostería, gaviones, zanjas, otro).	Más de 3 obras = 3 2 obras = 2 1 obra = 1 Sin obras = 0	Vizinho et al. (2021)
Dimensión específica de conservación del recurso forestal			
D1.4-I1	Superficie en tierras de la comunidad ⁸ dedicada a la conservación de bosques, selvas tropicales, matorrales, chaparrales, manglares, humedales, etc.	Número de hectáreas	Núñez et al. (2023), Monterroso et al. (2018), Laureta R.P. et al. (2021)
D1.4-I2	Superficie en la comunidad dedicada a la reforestación o restauración de bosques, selvas tropicales, matorrales, chaparrales, manglares, humedales, etc.	Número de hectáreas	Monterroso et al. (2018)

Fuente: Elaboración propia

2. Dimensión social. Hace alusión a las capacidades colectivas dentro de la comunidad rural del productor que fortalecen los vínculos entre los integrantes de la comunidad ante una emergencia social o climática (Laureta et al. 2021). Se conforma por tres dimensiones específicas que se describen a continuación y de tres indicadores que se detallan en la Tabla 4.

2.1. Organización. Examina la participación de la persona rural dentro de una organización que contribuye a mejorar y fortalecer vínculos ante una emergencia social o climática, así como a mejorar la disposición de las personas productoras para generar estrategias de adaptación al cambio climático (SAGARPA-FAO 2014).

2.2. Acción colectiva. Explora la participación de la persona productora rural y/o su organización para coordinar y/o realizar actividades con otros miembros

de la comunidad con el fin de resolver un problema común relacionado con eventos hidrometeorológicos extremos (Lutz 2017).

2.3. Acceso a información sobre estrategias de manejo ante eventos hidrometeorológicos extremos. Interrelación de la persona productora rural y/o sus organizaciones con otros individuos, grupos y/u organizaciones con el objeto de compartir y socializar información, conocimiento y experiencias sobre el manejo de su unidad de producción, considerando eventos hidrometeorológicos extremos a través de cualquier medio (electrónico, digital y/o impreso) (Monterroso y Conde 2018).

Tabla 4 | Indicadores propuestos para medir la dimensión social, agrupados por dimensión específica

Clave	Indicador propuesto	Unidad de medida	Referencias
Organización			
D2.1-I1	Pertenencia de las personas productoras a una organización, ya sea de manera legal o con derecho consuetudinario (p. ej. organizaciones económicas, organizaciones gremiales, comités sistema-producto, organizaciones de la sociedad civil, otro.)	Si = 1 No = 0	Núñez et al. (2023), Hoang (2023), Fatima N. (2022), Maldonado-Méndez (2022), Mekonen et al. (2021), Laureta (2021), Mahfoud (2021)
Acción colectiva			
D2.2-I1	Personas productoras que han intervenido en la toma de decisiones para resolver un problema relacionado con eventos hidrometeorológicos extremos.	Sí ha intervenido = 1 No ha intervenido = 0	Núñez et al. (2023), Kumari et al. (2023), Hoang et al. (2023), Gupta et al. (2020), Fatima et al. (2022)
Acceso a la información climática			
D2.3-I1	Acceso a información sobre estrategias de manejo ante eventos hidrometeorológicos extremos que pudieran afectar la unidad de producción de las personas productoras (p. ej. grupos de WhatsApp, mensajes de texto, periódicos, radio local, televisión local o cualquier otro medio de comunicación).	Si = 1 No = 0	Núñez et al. (2023), Fatima et al. (2022), Maldonado-Méndez et al. (2022), Swami et al. (2021)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5 | Indicadores propuestos para medir la dimensión humana

Clave	Indicador propuesto	Unidad de medida	Referencias
Disponibilidad específica de calidad y conservación de suelo y agua			
D3.1-I1	Capacidad de las personas productoras para leer y escribir.	Sí = 1	Hoang L.P. et al. (2023)
D3.1-I2	Personas productoras que afirman haber realizado prácticas de producción sostenibles producto de la asistencia técnica o capacitación en los últimos 5 años (prácticas de conservación de suelo y agua, manejo integral de plagas y enfermedades, etc.).	Sí = 1	Maldonado-Méndez et al. (2022), Zanmassou (2020), Hoang (2023)
D3.1-I3	Número de años de experiencia ⁹ (basada en su conocimiento tradicional ¹⁰) que tiene la persona productora en la producción y manejo de su unidad de producción.	Años	Núñez et al. (2023), Hoang et al. (2023), Fatima et al. (2022), Maldonado-Méndez et al. (2022), Zanmassou et al. (2020), Khan et al. (2021)
D3.1-I4	Personas productoras o prestadoras de servicios que han realizado alguna actividad basada en su conocimiento tradicional o asesoría técnica para enfrentar alguna amenaza o evento hidrometeorológico extremo en su unidad de producción o en bienes naturales comunitarios ubicados en sitios específicos para las actividades ecoturísticas (p. ej. uso de variedades resistentes a la sequía o conservación de sitios específicos como lugares escénicos destinados al turismo).	Sí = 1 No = 0	

Fuente: Elaboración propia

3. Dimensión humana. Se refiere a las habilidades del productor rural para hacer frente a los impactos negativos del cambio climático (p. ej. educación, experiencia, capacitación) (Zanmassou et al. 2020). Está determinada por el desarrollo de capacidades y consta de cuatro indicadores que se describen en la Tabla 5.

3.1. Desarrollo de capacidades. Proceso mediante el cual las personas productoras rurales obtienen, fortalecen y mantienen las aptitudes necesarias para establecer y alcanzar sus propios objetivos de desarrollo a lo largo del tiempo (p. ej. educación, capacitación, experiencia) (PNUD 2009).

4. Dimensión económica. Está relacionada con la disponibilidad, acceso y diversidad de las fuentes de ingresos o medios de vida que tiene la persona productora rural (Masud et al. 2022). Se conforma por cuatro dimensiones específicas y cinco indicadores que se presentan en la Tabla 6.

4.1. Fuentes de ingresos. Cualquier actividad, bien o servicio que realiza la persona productora rural para generar ingresos económicos que permitan cubrir sus necesidades básicas y tener ingresos extra para mejorar su calidad de vida (Ahmad et al. 2020).

4.2. Tenencia y propiedad de la tierra. Se refiere a los derechos que tiene la persona productora rural y/o comunidades para administrar, poseer y utilizar su unidad de producción (Hoang et al. 2023).

4.3. Acceso a créditos y/o seguros. Persona productora rural que tienen acceso a créditos y/o seguros en su unidad de producción (agrícola, ganadera, forestal y/o ecoturismo) parcial o totalmente (Kumari et al. 2023).

4.4. Ahorro. Persona productora rural que reporta algún tipo de ahorro para enfrentar alguna amenaza o evento hidrometeorológico extremo en su unidad de producción (agrícola, ganadera, forestal y/o ecoturismo) (Núñez et al. 2023).

Tabla 6 | Indicadores propuestos para medir la dimensión económica, agrupados por dimensión específica

Clave	Indicador propuesto	Unidad de medida	Referencias
Fuentes de ingresos			
D4.1-I1	Número de productos para venta derivados de la unidad de producción de las personas productoras.	Venta de más de 3 productos = 2 Venta de 1 o dos productos = 1 Autoconsumo = 0	Núñez et al. (2023), Hoang et al. (2023), Zannmassou et al. (2020), Khan N.A. et al. (2021), Swami D. et al. (2021)
D4.1-I2	Ingresos extra que las personas productoras tienen derivado de otra actividad (p. ej. otra fuente de empleo, remesas, apoyos gubernamentales, otro).	Más de 3 ingresos extra = 3 2 ingresos extra = 2 1 ingreso extra = 1 Sin ingresos extra = 0	Núñez et al. (2023), Hoang et al. (2023), Ducusin et al. (2019), Fatima et al. (2022), Mekonen et al. (2021)
Tenencia y propiedad de la tierra y/o ganado			
D4.2-I1	Posesión legal o posesión sin conflicto de la unidad de producción de las personas productoras.	Propia = 3 De uso común (la comunidad o ejido se le asigna temporalmente) = 2 Prestada = 1 Rentada = 0	Hoang et al. (2023), Maldonado-Méndez et al. (2022), Mekonen et al. (2021), Laureta et al. (2021)
Acceso a créditos y/o seguros			
D4.3-I1	Personas productoras que afirman tener acceso a crédito.	Sí = 1 No = 0	Kumari et al. (2023), Hoang et al. (2023), Ducusin et al. (2019), Monterroso, et al. (2018), Fatima et al. (2022), Masud (2022)
D4.3-I2	Personas productoras que afirman tener acceso a seguro agropecuario.	Sí = 1 No = 0	Kumari et al. (2023), Hoang et al. (2023), Ducusin et al. (2019), Monterroso, et al. (2018), Fatima et al. (2022), Masud (2022)
Ahorro			
D4.4-I1	Personas productoras que afirman tener algún tipo de ahorro para enfrentar alguna amenaza o evento hidrometeorológico extremo.	Sí = 1 No = 0	Núñez et al. (2023), Monterroso, et al. (2018), Fatima et al. (2022), Mekonen et al. (2021).

Fuente: Elaboración propia

5. Dimensión física. Se refiere a la disponibilidad de tecnología e infraestructura estratégica necesaria que requiere la persona productora para mantener sus medios de vida y seguridad alimentaria considerando la variabilidad climática (Mahfoud et al. 2021). Se constituye por tres dimensiones y 13 indicadores (Tabla 7).

5.1. Acceso a infraestructura estratégica para la producción. Hace alusión al grado de accesibilidad de la persona productora a infraestructura estratégica para la producción (p. ej., diversificación energética, estructura de presas, diques o tanques de almacenamiento de agua de lluvia, disponibilidad de agua potable,

infraestructura verde, etc.) que le permita responder con eficacia y recuperarse rápidamente en caso de una emergencia causada por condiciones climáticas extremas (Mahfoud et al. 2021).

5.2. Acceso a infraestructura estratégica para la protección. Se refiere al grado de accesibilidad de la persona productora a infraestructura estratégica para la protección, como el estado de las carreteras, centros educativos y de salud con estructura reforzada que le permita resguardarse en caso de una emergencia causada por condiciones climáticas extremas (Laureta et al. 2021).

5.3. Innovación, tecnología y buenas prácticas de manejo y producción. Consisten en procesos y/o técnicas sostenibles que realiza la persona productora con base en su conocimiento tradicional y/o científico, para mejorar las prácticas de manejo que permitan obtener mayores beneficios y eficacia en su

unidad de producción ante la variación climática (p. ej. tecnologías agroforestales, silvopastoriles, agrosilvo-pastoriles, manejo integrado de plagas y enfermedades, manejo y conservación de suelos, maquinaria y equipo para la producción agropecuaria y/o ecoturismo) (Gupta et al. 2020).

Tabla 7 | Indicadores propuestos para medir la dimensión física agrupados por dimensión específica

Clave	Indicador propuesto	Unidad de medida	Referencias
Acceso a infraestructura estratégica para la producción			
D5.1-1	Número de obras de captación de agua de lluvia que la persona productora tiene en su unidad de producción (p. ej. zanja bordo, zanja trinchera o tinas ciegas, terrazas, bordos, estanques, acequias, diques).	Más de 3 obras = 4 2 obras = 3 1 obra = 2 No se requiere= 1 No tiene = 0	Mahfoud et al. (2021), Gupta et al. (2020)
D5.1-I2	Tipo de infraestructura de riego que la persona productora tiene en su unidad de producción.	Riego por goteo o nebulización = 3 Riego por aspersión o microaspersión = 2 Riego por inundación o rodado = 1 Temporal =0	Ducusin R.J.C. et al. (2019), Mahfoud C. et al. (2021)
D5.1-I3	Número de infraestructura verde o de retención de sedimentos que la persona productora tiene en su unidad de producción o comunidad (barreras vivas, muros vivos, cercas vivas, etc.).	Más de 3 infraestructuras= 3 2 infraestructuras = 2 1 infraestructura = 1 Ninguna = 0	Núñez et al. (2023), Gupta A.K. et al. (2020), Masud M.M. et al. (2022)
D5.1-I4	Número de fuentes de energía diferentes a la convencional (CFE, gasolina) que la persona productora tiene en su unidad de producción o centro de acopio (p. ej. energía solar, energía eólica, biogás, biocombustibles, otro).	Más de 3 fuentes = 3 2 fuentes = 2 1 fuente = 1 No = 0	Kumari et al. (2023), Gupta et al. (2020), Koley et al. (2023), Fatima et al. (2022)
Acceso a infraestructura estratégica para la protección			
D5.2-I1	Redes viales en condiciones óptimas en la comunidad (p. ej. menor tiempo de viaje, espacio suficiente para hacer maniobras, seguridad vial, comodidad, otros).	Buena condición = 2 Condición regular = 1 Condición mala= 0	Fatima et al. (2022), Maldonado-Méndez (2022)
D5.2-I2	Cantidad de infraestructura de acceso público (p. ej. centros educativos y de salud) con estructura reforzada que pueda servir como refugio temporal (albergue) presente en la comunidad y/o infraestructura para el bienestar y protección animal ante eventos hidrometeorológicos extremos (bardas, corrales reforzados, etc.).	Número	Núñez et al. (2023), Koley et al. (2023), Laureta et al. (2021)
D5.2-I3	Persona productora que afirma tener acceso a infraestructura pública (p. ej. centros educativos y de salud) con estructura reforzada que pueda servir como refugio temporal (albergue)) presente en la comunidad.	Sí = 1 No = 0	Tessema et al. (2019), Núñez et al. (2023)

Innovación, tecnología y buenas prácticas de manejo y producción			
D5.3-I1	Personas productoras que afirman tener tecnologías agroforestales, silvopastoriles o agrosilvopastoriles en su unidad de producción.	Sí = 1 No = 0	Propuesta de los autores de esta investigación
D5.3-I2	Tipo de manejo de plagas, enfermedades y malezas que el productor realiza en su unidad de producción (p. ej. controles culturales, biológicos, etc.).	Manejo integrado = 2 Manejo biológico y/o químico = 1 No las combate = 0	Núñez et al. (2023), Gupta A.K. et al. (2020), Ducusin R.J.C. (2019), Masud M.M. (2022), Mahfoud C. et al. (2021), Swami D. (2021), Tessema I et al, (2019), Vizinho A. et al. (2021)
D5.3-I3	Número de actividades o prácticas de manejo y conservación de suelos que la persona productora tiene en su unidad de producción para retener humedad (p. ej. labranza de conservación, rotación de cultivos, uso de coberteras, materia orgánica, acolchados, biochar, etc.).	Más de 3 prácticas = 3 2 prácticas = 2 1 práctica = 1 No tiene = 0	Núñez et al. (2023), Gupta et al. (2020), Masud et al. (2022)
D5.3-I4	Personas productoras que hacen un manejo responsable de fertilizantes y abonos orgánicos (qué, cuánto, cómo y cuándo aplicar el fertilizante y/o abono orgánico en la unidad de producción).	Manejo responsable = 2 Poco manejo responsable = 1 Sin manejo responsable = 0	Gupta et al. (2020), Ducusin et al (2019), Masud et al. (2022), Mahfoud et al. (2021), Swami et al (2021), Tessema et al (2019)
D5.3-I5	Personas productoras que producen bioinsumos (bioles, compostas, humus, etc.).	Produce = 2 Compra = 1 No tiene acceso = 0	Propuesta de los autores de esta investigación
D5.3-I6	Número de prácticas de manejo sostenible que realizan las personas productoras en el área forestal (p. ej. brechas corta fuego, raleos, quemadas controladas, manejo y monitoreo integral de plagas y enfermedades).	Más de 3 prácticas = 3 2 prácticas = 2 1 práctica = 1 Sin prácticas = 0	Propuesta de los autores de esta investigación

Fuente: Elaboración propia

6. Dimensión de política normativa. Consiste en la existencia e implementación de mecanismos normativos vigentes internos o externos enfocados a la planeación y ejecución de políticas que permitan el desarrollo rural ante una emergencia climática y que contribuyan al fortalecimiento de la capacidad adaptativa de las personas productoras en la comunidad rural (SEMARNAT-INECC 2022). Consta de dos dimensiones específicas y tres indicadores que se muestran en la Tabla 8.

6.1. Instrumentos de planificación regional. Se refiere a instrumentos de planificación e implementación que involucran a todos los actores sociales, económicos, políticos y técnicos de la comunidad para la ocupación ordenada y el aprovechamiento del territorio que permita reducir los impactos adversos de un evento hidrometeorológico extremo (SEDATU 2020).

6.2. Gobernanza adaptativa. Gestión de normas y reglas formales creadas por instituciones, así como por normas y reglas informales que involucran tradiciones, hábitos y costumbres en cuyo marco es posible implementar estrategias de adaptación al cambio climático (Schultz et al 2019).

Tabla 8 | Indicadores propuestos para medir la dimensión política agrupados por dimensión específica

Clave	Indicador propuesto	Unidad de medida	Referencias
Instrumentos de planificación regional			
D6.1-I1	Existencia y aplicación de planes, programas o esquemas (locales, regionales y nacionales) implementados en la comunidad para el ordenamiento del territorio en atención a desastres naturales.	Sí existen y se implementan = 2 Sí existen, pero no se implementan = 1 No existen = 0	Propuesta de los autores de esta investigación
D6.1-I2	Influencia positiva (capacidad para inspirar, motivar y contribuir al bienestar y desarrollo de los miembros) de la organización, (en caso de existir) mediante el fomento y fortalecimiento del crecimiento y desarrollo para el manejo sostenible y el ordenamiento del territorio.	Sí influye = 1 No influye = 0	Propuesta de los autores de esta investigación
Gobernanza adaptativa			
D4.2-I1	Posesión legal o posesión sin conflicto de la unidad de producción de las personas productoras.	Sí existen y se implementan = 2 Sí existen, pero no se implementa = 1 No existen = 0	Propuesta de los autores de esta investigación

Fuente: Elaboración propia

PASOS 3 Y 4. INSTRUMENTO PARA LA MEDICIÓN DE LOS INDICADORES, AJUSTE Y CALIBRACIÓN

La información de los indicadores recopilados en campo se integró en una base de datos de Excel. Para el caso del indicador D1.1-I1 riqueza de especies, se contabilizó el número de especies que se registraron en las 10 preguntas de la sección de agrobiodiversidad y el total de especies contabilizadas se integró a la base de datos de Excel. Para el indicador D5.3-I1 sistemas agroforestales, se asignó el valor de 1 para aquellas personas productoras que reportaron árboles de sombra en su unidad de producción y 0 para los que no tuvieron. Por último, para el indicador D5.3-I4 manejo de fertilizantes, a cada pregunta se le asignó un puntaje (0.5 para la opción Mucho y 0.25 para la opción Poco) el cual se sumó para integrarlo a la base de datos de Excel.

Una de las principales limitantes para realizar las encuestas en las pruebas piloto fue el idioma, ya que muchos de los entrevistados hablan su lengua original (mixe), por lo que fue necesario la intervención de un técnico bilingüe para tener una mejor comprensión, tanto del entrevistado como del entrevistador.

Algunas personas productoras, a pesar de ser dueños de su finca, ya no son capaces de trabajar directamente en campo debido a su avanzada edad, lo que dificultó tener respuestas claras en algunos indicadores relacionados con el manejo de su unidad de producción. Para evitar respuestas sesgadas fue necesario consultar directamente al administrador de la unidad de producción.

PASO 5. CONSTRUCCIÓN DE UN ÍNDICE PARA EVALUAR LA CAPACIDAD ADAPTATIVA DE PRODUCTORES RURALES POR SECTOR PRODUCTIVO

El índice de capacidad adaptativa que se obtuvo por persona en cada sector productivo, así como los valores de los subíndices por dimensión, el valor normalizado y su clasificación, se muestran en las Tablas 9 y 10.

Como se puede observar en la Tabla 9, las personas productoras del grupo piloto que tuvieron un índice de capacidad adaptativa clasificado como muy bajo a bajo fueron en su mayoría productores de café. Esto se

Tabla 9 | Índice de capacidad adaptativa, subíndices por dimensión, valor normalizado y clasificación de 13 productores rurales de la Región Mixe y Sierra Juárez, Oaxaca

Sector productivo	Productor de	Subíndices de capacidad adaptativa por dimensión						Índice de capacidad adaptativa	Valor normalizado	Clasificación
		Natural	Social	Humana	Económica	Física	Política			
Agrícola	Café 1	-3.89	2	2.40	-0.66	0.81	0	0.65	0.24	Bajo
Agrícola	Café 2	-1.97	1	0.27	-1.23	0.67	0	-1.26	0.17	Muy bajo
Agrícola	Café 3	2.21	2	0.77	2.44	-6.65	0	0.76	0.25	Bajo
Agrícola	Café 4	-1.01	1	2.62	2.44	-1.54	0	3.50	0.34	Bajo
Agrícola	Café 5	-2.97	1	2.22	-1.83	-4.73	0	-6.31	0.00	Muy bajo
Agrícola	Café 6	4.44	3	3.30	2.44	5.18	0	18.36	0.85	Muy alto
Agrícola	Café 7	-2.03	2	0.72	2.44	-1.68	0	1.44	0.27	Bajo
Agrícola	Café 8	-0.14	1	2.62	2.44	-1.54	0	4.37	0.37	Bajo
Agrícola	Agave-maíz 1	3.70	2	2.78	0.51	10.90	0	19.89	0.91	Muy alto
Agrícola	Agave-maíz 2	-0.84	1	3.10	-0.50	2.26	0	5.02	0.39	Bajo
Agrícola	Agave-maíz 3	-3.37	2	1.77	1.84	6.39	0	8.62	0.52	Medio
Forestal	Forestal	5.36	3	3.35	0.67	7.16	3	22.55	1.00	Muy alto
Ecoturismo	Ecoturismo	5.53	3	2.08	2.00	-0.21	3	15.40	0.75	Alto

Fuente: Elaboración propia

debió a que obtuvieron subíndices bajos principalmente en las dimensiones humana, física y política normativa. De acuerdo con la información recopilada en las pruebas piloto, se encontró que las personas productoras de café están ubicadas en una cañada, sin acceso a refugios ni información climática, con redes viales en malas condiciones, pocas obras de conservación de suelo y agua, manejo deficiente de plagas y enfermedades, poca asistencia técnica, así como falta de gobernanza. Esto ocasiona que las personas productoras de café tengan bajas habilidades potenciales para enfrentar los efectos adversos del cambio climático. Se requiere ayudarles a fortalecer las dimensiones humana, física y de política normativa.

En contraste, las dos personas que trabajan en los sectores forestal y ecoturismo en la Sierra Juárez fueron las que mostraron mayor capacidad adaptativa (Tabla 9). En la actividad forestal se observó una organización sólida, con asesoría técnica y experiencia basada en el conocimiento tradicional de más de 30 años sobre

el manejo sostenible del sector forestal, ordenamiento del territorio, así como manejo integral de plagas y enfermedades, gobernanza comunitaria y un amplio conocimiento tradicional. En estos dos casos se identificó que se requiere fortalecer la política normativa a nivel municipal y estatal.

En cuanto a la actividad ganadera, se encontró que la mayoría de los ocho productores encuestados tienen baja capacidad adaptativa (Tabla 10). Esto se debió a que, de acuerdo con los datos obtenidos de las pruebas piloto, los ganaderos de Cunduacán no cuentan con áreas para la conservación y restauración del recurso forestal, además de que no existen obras a nivel comunitario y a nivel de finca que conserven y retengan suelo y agua. Existe baja diversidad de cultivos y pastos para la alimentación del ganado, lo que los afecta principalmente en el periodo de sequía. En cuanto a la dimensión de política normativa, se encontró que algunas personas productoras tienen conocimiento sobre programas y políticas para el ordenamiento territorial,

sin embargo, éstos no se implementan en la zona. En la dimensión económica, a pesar de que los ganaderos reciben ingresos económicos redituables por la venta de un solo producto (carne en pie), esto les confiere a los ganaderos baja capacidad económica al no tener una diversidad de productos en el mercado. En caso de existir un evento hidrometeorológico extremo que afecte su principal producto (ganado), no tendrían de donde echar mano para recuperarse económicamente, ya que además solo el 50 por ciento de los entrevistados informó contar con algún tipo de ahorro.

En todos los sectores productivos se encontraron deficiencias en la dimensión de política normativa, ya que aportaron muy poco al índice de capacidad adaptativa, pues se tuvieron valores del subíndice entre 1 y 0. Existen políticas a nivel estatal y federal, incluso a nivel municipal, que pueden ayudar a las personas productoras a enfrentar los efectos adversos del cambio climático (p. ej. atlas de riesgo, planes de ordenamiento territorial, etc.), sin embargo, de acuerdo con la información obtenida en las pruebas piloto, se necesita mayor inclusión de las personas en la creación de estas políticas para su uso y adopción. Se debe fortalecer esta dimensión para que las personas productoras de comunidades rurales, en los sectores agrícola, ganadero, forestal y ecoturismo, tengan mayor solidez en su capacidad para adaptarse al cambio climático.

Tabla 10 | Índice de capacidad adaptativa, subíndices por dimensión, valor normalizado y clasificación de las personas productoras del sector ganadero de la comunidad de Cunduacán, Tabasco

Productor ganadero	Subíndices de capacidad adaptativa por dimensión						Índice de capacidad adaptativa	Valor normalizado	Clasificación
	Natural	Social	Humana	Económica	Física	Política			
1	-0.44	2	2.51	1.89	3.44	1	10.41	0.44	Medio
2	0.55	2	3.51	1.89	3.59	1	12.55	0.68	Alto
3	-1.08	2	1.73	1.89	4.94	0	9.48	0.34	Bajo
4	1.68	2	1.51	1.89	0.14	0	7.23	0.10	Muy bajo
5	0.85	2	4.56	1.89	0.73	0	10.02	0.40	Medio
6	-2.83	3	-0.27	1.73	3.71	1	6.34	0.00	Muy bajo
7	3.01	3	2.27	-2.10	4.26	0	10.45	0.45	Medio
8	0.25	3	3.17	3.89	4.19	1	15.50	1.00	Muy alto

Fuente: Elaboración propia

Variedades de semillas criollas de la región
Zitácuaro, Michoacán, México.
Alternare A.C. 2025



SABERES



Conclusiones y recomendaciones

La metodología desarrollada para este índice permite la evaluación y monitoreo de la capacidad adaptativa a nivel local, mediante la construcción y ajuste de indicadores en los sectores productivos -agrícola, ganadero, forestal y ecoturismo-. Esto proporciona evidencia cuantitativa que ayuda a los tomadores de decisiones a identificar las dimensiones con deficiencias, las cuales pueden fortalecerse a través de la construcción de estrategias de adaptación al cambio climático, tomando en cuenta las necesidades específicas de las personas productoras rurales de México. El fortalecimiento de los medios de vida, instituciones locales, mecanismos de gobernanza territorial y el acceso a servicios, capacitación y construcción de infraestructura puede incrementar la capacidad adaptativa de las personas productoras. Esta metodología puede usarse y adaptarse para cualquier región del país.

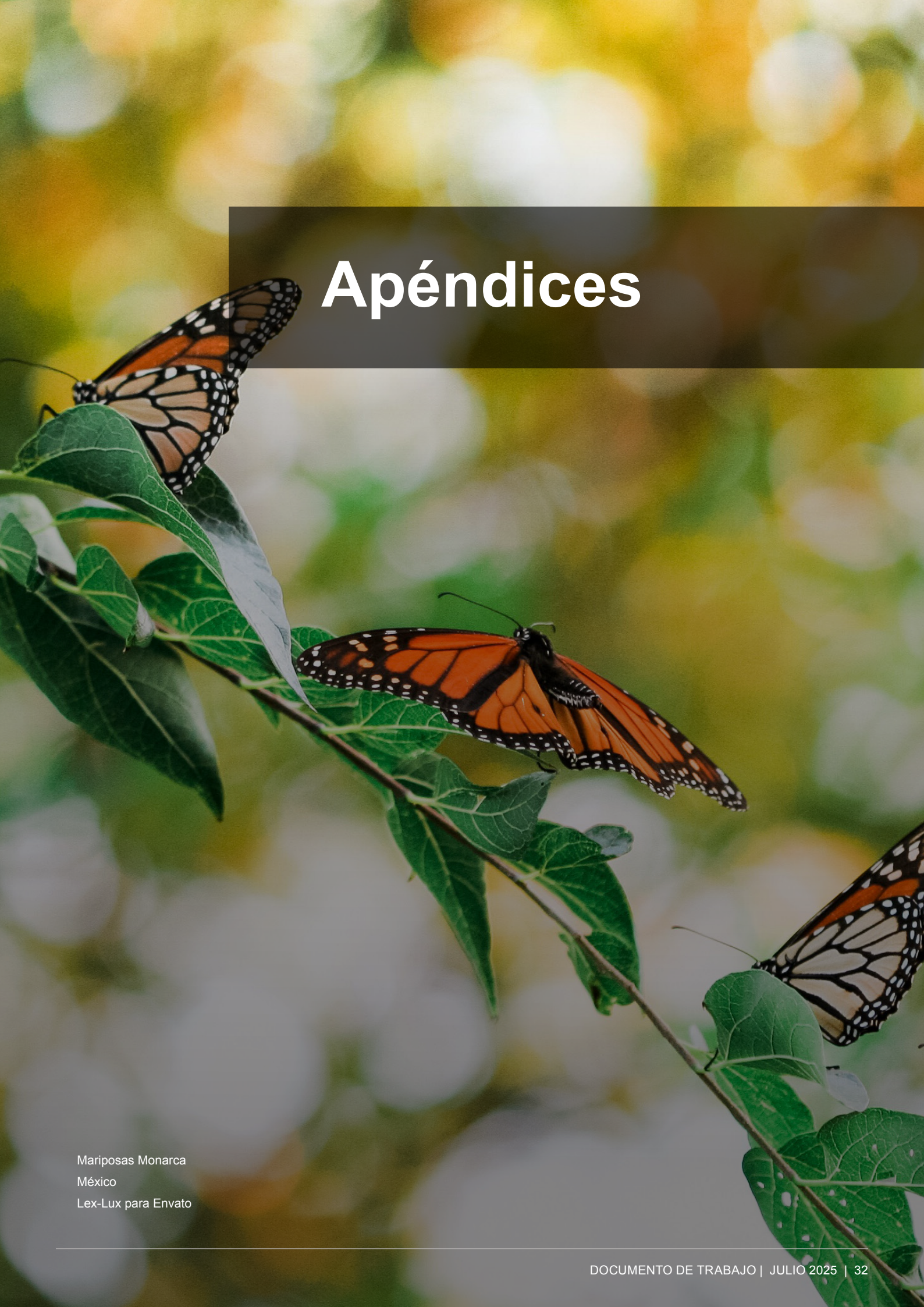
Además, puede incorporarse en las políticas nacionales enfocadas en la adaptación al cambio climático, tales como la Contribución Determinada a nivel Nacional o el Programa de Adaptación al Cambio Climático, así como en instrumentos normativos y de planeación como los Planes Estatales de Desarrollo o el Programa Estatal en Materia de Cambio Climático.

La coproducción de conocimientos entre los integrantes del proyecto SAbERES (incluidos los líderes de las organizaciones) y expertos en el tema fue fundamental para la selección, ajuste y diseño de los indicadores propuestos en este documento de trabajo. Es necesario considerar a las personas productoras de los diferentes sectores de interés en el diseño y ajuste de los indicadores. Asimismo, se requiere probar el instrumento diseñado con un mayor número de personas y tomar en cuenta la diversidad que pueda existir en el ámbito biofísico y social. Esto con la finalidad de seguir ajustando y diseñando indicadores en caso de que sea necesario, así como probar otros métodos basados en estadística (p. ej. análisis de componentes principales) para que, si se requiere, se asigne peso a los indicadores, o en su defecto, se identifique cuál de ellos no aporta en la evaluación de la capacidad adaptativa.

Éste es un índice que esperamos refleje la capacidad adaptativa de las personas productoras, así como la resiliencia y velocidad de recuperación ante choques climáticos. Para consolidarlo será necesario observarlo en operación real, es decir, recolectar la evidencia de qué diferencia hizo el tener un índice alto vs uno bajo al momento en que los eventos climáticos sucedieron. Se recomienda una futura evaluación en la que se compare la diferencia ante eventos reales. Para ello, se sugiere levantar una línea base de capacidad adaptativa de las personas productoras en los diversos sectores productivos (agricultura, ganadería, forestal y ecoturismo) de interés. Sin embargo, debido a que los sectores productivos en México son muy heterogéneos,

es decir, varían de una región a otra, principalmente por aspectos climáticos, biofísicos y socioeconómicos, es necesario hacer una estratificación de personas productoras para un adecuado cálculo del índice de capacidad adaptativa. Por lo tanto, se recomienda levantar la línea base a partir de una muestra representativa de personas productoras rurales, estratificada por sector y región, a escala del proyecto o política, para evaluar la capacidad adaptativa en las comunidades rurales. La estratificación de productores permitirá clasificar a las diferentes unidades de producción para establecer niveles de diferenciación entre ellos. Dicha línea base servirá para notar los cambios en las diferentes variables del índice en siguientes mediciones, considerando la capacidad adaptativa de las personas productoras, en contraste con la realidad ante los impactos del cambio climático y posibles eventos meteorológicos extremos.

El idioma en algunas regiones del país es un reto que se debe tomar en cuenta al momento de levantar la línea base, por lo que se recomienda, en caso de ser necesario, contratar un técnico bilingüe como apoyo para la interpretación correcta de la información. Para el levantamiento de la información en campo se recomienda que los entrevistados sean las personas que trabajan directamente en la parcela, con el objeto de evitar sesgos en la información.



Apéndices

Mariposas Monarca
México
Lex-Lux para Envato

APÉNDICES

Apéndice A. Mesas de trabajo

Lugar: Oficinas WRI México (Cjón. Belisario Domínguez 8-Planta alta, Coyoacán, 04100, CDMX)

Temas abordados Mesa 1:

- Presentación de metodología e indicadores encontrados en la revisión de literatura
- Discusión de los resultados de la revisión de literatura

Temas abordados Mesa 2:

- Selección de dimensiones generales y específicas
- Descripción de cada dimensión general y específica

Temas abordados Mesa 3:

- Selección de indicadores por dimensión
- Ajuste de indicadores
- Diseño de indicadores

Fecha de las mesas de trabajo: viernes 22 de septiembre 2023, 6 de octubre de 2023, 14 de noviembre de 2023

Tabla A | Organizaciones participantes y asistentes

Organización	Nombre
Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)	José Ángel Domínguez Vizcarra Leticia Deschamps Laura Escárraga
Grupo Autónomo para la Investigación Ambiental (GAIA)	Marco González Maricel Portilla Orson Vasco
GITEC-IGIP	Alicia Rondón Bettina Kupper Gerardo Antonio Ríos Sais Jesús Hernández José Avendaño
Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN)	Milena Berrocal Steinvorth Ernesto
Banco Interamericano para el Desarrollo (BID)	Fátima Alejandra López Solana Julio Romaní Leticia Riquelme Arriola
Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH)	Rubén Pérez Sánchez
Instituto para el Análisis de Sistemas Aplicados (IIASA)	Juan Carlos Laso Bayas Valeria Javalera Rincón
Conversa creativa	Fátima López Soto
Instituto de Recursos Mundiales México (WRI México)	Javier Warman José Iván Zúñiga Manuel Cervera Rebeca Lomelí Yoali López Zady Vargas
Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático	Ana Cecilia Conde Álvarez Patricia Ruiz García
Universidad Autónoma Chapingo	Alejandro I. Monterroso Rivas

Fuente: Elaboración propia

Apéndice B. Pruebas piloto

Temas abordados

- Presentación de participantes y objetivo de la reunión
- Explicación de la dinámica del levantamiento de las encuestas semiestructuradas
- Levantamiento de encuestas
- Agradecimientos

Tabla B | Asistentes

Nombre	Institución	Cargo
Cristina Martín Arrieta	SEMARNAT	Coordinadora General de Territorios Productivos Sostenibles
Cesar Edgardo Rodríguez Ortega	SEMARNAT	Director General de Planeación y Evaluación
Sol Ortiz García	AGRICULTURA	Exdirectora General de Políticas, Prospección y Cambio Climático
Verónica Bunge	AGRICULTURA	Directora de atención al cambio climático en zonas prioritarias
Laura Gómez	AGRICULTURA	Dirección General de Políticas, Prospección y Cambio Climático

Fuente: Elaboración propia

Apéndice C. Guion general de la entrevista semiestructurada para evaluar y monitorear la capacidad adaptativa de productores rurales en los sectores productivos: agrícola, ganadero, forestal y ecoturismo

Objetivo: Obtener información de indicadores que permitan evaluar y monitorear la capacidad de adaptación ante el cambio climático de productores rurales de los sectores agrícola, ganadero, forestal y ecoturismo en México. Ver Caja C.

Caja C | Guión general de la entrevista semiestructurada para evaluar y monitorear la capacidad adaptativa de productores rurales en los sectores productivos: agrícola, ganadero, forestal y ecoturismo

Dirigido a productores rurales. El tiempo aproximado de la entrevista es 20 minutos Fecha de la entrevista: _____

Datos personales:

Sexo: M () H () Edad: _____ Municipio: _____

Comunidad: _____

¿Habla alguna lengua indígena? NO () Sí () ¿Cuál?: _____

D2.1-I1.

¿Pertenece a alguna organización (p. ej. organizaciones económicas, organizaciones gremiales, comités sistema-producto, organizaciones de la sociedad civil, otro)?

SÍ = 1 () ¿Cuál? _____ NO = 0 ()

D3.1-I1.

¿Sabe leer y escribir en español? SÍ = 1 () NO = 0 ()

Información de la unidad de producción (agrícola, ganadera, forestal, turismo)

¿Cuál es su principal actividad? Agrícola () Ganadera () Forestal () Turismo ()

Mixto (combinación de alguno de los anteriores) () ¿Cuáles? _____

D4.2-I1.

¿La tierra donde realiza su principal actividad es?:

Propia = 3 () Ejidal o Comunal = 2 () Prestada = 1 () Rentada = 0 ()

D3.1-I3.

Aproximadamente ¿cuántos años de experiencia (conocimiento tradicional) tiene en el manejo de su principal actividad?

D3.1-I2.

¿En los últimos 5 años ha recibido y puesto en práctica asistencia técnica o capacitación por parte de un profesional para el manejo de su principal actividad?

SÍ he recibido y puesto en práctica = 2 ()

SÍ he recibido pero no la he puesto en práctica = 1 ()

NO he recibido = 0 ()

¿Qué prácticas ha puesto en marcha? _____

Caja C | Guión general de la entrevista semiestructurada para evaluar y monitorear la capacidad adaptativa de productores rurales en los sectores productivos: agrícola, ganadero, forestal y ecoturismo (continúa)

Agrobiodiversidad

Actividad agrícola o mixta

D1.1-I1.

¿Cuántos cultivos diferentes tiene en su parcela?

Sólo tiene un cultivo () ¿Cuál? _____

Más de dos cultivos () ¿Cuáles?: _____

D1.1-I1.

¿Cuántas variedades diferentes tiene en su parcela?

Sólo una () ¿Cuál? _____

Más de dos cultivos () ¿Cuáles?: _____

D5.3.I1 y D1.1-I1.

¿Tiene árboles y/o arbustos para sombra/protección de sus cultivos? NO = 0 () Sí = 1 () ¿Cuáles?: _____

Actividad ganadera o mixta

D1.1-I1.

¿Qué tipo o tipos de animales tiene?

Vacas () puercos () cabras () aves de corral () otro () ¿Cuáles? _____

¿Tiene razas diferentes? Sí () NO () ¿Cuáles? _____

D5.3.I1 y D1.1-I1.

¿Utiliza pastos, árboles/arbustos forrajeros, forraje (maíz, sorgo, etc.) y/o hierbas para su alimentación?

Pastos () ¿Cuáles? _____

Árboles/arbustos forrajeros () ¿Cuáles? _____

Hierbas () ¿Cuáles? _____

Forraje (maíz, sorgo, etc.) () ¿Cuáles? _____

Actividad forestal o mixta

D1.1-I1.

¿Cuáles son los árboles que planta para su aprovechamiento? _____

Caja C | Guión general de la entrevista semiestructurada para evaluar y monitorear la capacidad adaptativa de productores rurales en los sectores productivos: agrícola, ganadero, forestal y ecoturismo (continúa)

D5.3.I1 y D1.1-I1.

¿Tiene algún cultivo y/o animales dentro de su área forestal? NO = 0 () Sí = 1 () ¿Cuáles?: _____

Actividad turística o mixta

D1.1-I1.

¿Conserva o reproduce vegetación nativa para la recreación? NO () Sí () ¿Cuáles? _____

¿Tiene huertos ecológicos? NO () Sí () ¿Qué plantas tiene en el huerto? _____

¿Conserva o reproduce fauna silvestre para la recreación (venados, iguanas, mariposarios, reptilarios, etc.)? NO () Sí ()
¿Cuál? _____

¿Tiene animales de corral (vacas, cerdos, pollos, caballos, ponis, etc.) para la recreación?

¿Tiene piscicultura para la alimentación? NO () Sí ()

En caso de tener animales silvestres o de corral. ¿Utiliza pastos, forraje (maíz, sorgo), arboles y/o arbustos de ramoneo que usted cultiva en el área ecoturística para su alimentación?

NO () Sí () ¿Cuál? _____

Para todas las actividades

D1.1-I1.

¿Tiene producción de miel de abeja (apicultura)? Sí () NO () No. de colmenas _____

¿Qué árboles/arbustos utiliza para su alimentación? _____

D1.1-I1. ¿Cría o colecta insectos comestibles dentro o fuera de su unidad de producción?

NO () Sí () ¿Cuáles? _____

D1.1-I1.

¿Produce o recolecta hongos comestibles en su unidad de producción? NO () Sí () ¿Cuáles? _____

Calidad, conservación y buenas prácticas de manejo del agua, suelo y recurso forestal en la unidad de producción

Agua

D5.1.I1

¿Tiene obras de captación de agua de lluvia en su unidad de producción?

NO = 0 () Sí (una obra) = 1 () Sí (dos obras) = 2 () Sí (más de tres obras) = 3 ()

¿Cuáles?:

- Zanja bordo ()
- Zanja trinchera o tinas ciegas ()
- Terrazas a lo largo de las curvas de nivel ()
- Terrazas individuales ()

Caja C | Guión general de la entrevista semiestructurada para evaluar y monitorear la capacidad adaptativa de productores rurales en los sectores productivos: agrícola, ganadero, forestal y ecoturismo (continúa)

- Bordos en curvas de nivel ()
- Estanques ()
- Acequias ()
- Diques ()
- Otro () ¿Cuál? _____

D5.1-I2.

Los cultivos/plantas/pastos/árboles/otro que tiene sembrados en su unidad de producción son de:

Temporal = 0 () Riego rodado o inundación = 1 () Riego de aspersión o microaspersión = 2 ()

Riego por goteo o nebulización = 3 ()

D1.2-I1.

¿Tiene fuentes de agua disponibles para el manejo de su unidad de producción y/o área de procesamiento?

NO = 0 () Sí (una fuente) = 1 () Sí (dos fuentes) = 2 () Sí (más de tres fuentes) = 3 ()

- ¿Cuáles?
- Ojos de agua ()
- Riachuelos ()
- Ríos ()
- Lagunas ()
- Arroyos ()
- Jagüeyes ()
- Pozos ()
- Agua entubada ()
- Otro () ¿Cuál? _____

D1.2-I2

¿A qué distancia de su unidad de producción se encuentran las fuentes de agua disponibles más cercanas? _____

D1.2-I3

Durante todo el año ¿La disponibilidad del agua de las diferentes fuentes más cercanas es?

Abundante = 3 ()

Suficiente = 2 ()

Insuficiente = 1 ()

D1.3-I1

¿Cómo describiría la calidad del agua de las diferentes fuentes disponibles más cercanas?

Buena = 3 ()

Regular = 2 ()

Mala = 1 ()

Caja C | Guión general de la entrevista semiestructurada para evaluar y monitorear la capacidad adaptativa de productores rurales en los sectores productivos: agrícola, ganadero, forestal y ecoturismo (continúa)

Suelo

¿En los últimos años ha notado cambios en el suelo de su unidad de producción? NO () Sí () ¿Cuál? _____

D1.3-I2.

Desde su experiencia ¿El suelo de su unidad de producción es?:

- Excelente = 4 ()
- Bueno = 3 ()
- Regular = 2 ()
- Malo = 1 ()
- Muy malo = 0 ()

D5.3-I3

¿Realiza alguna actividad para conservar la calidad del suelo de su unidad de producción?

NO = 0 () Una actividad = 1 () Dos actividades = 2 () Más de tres actividades = 3 () ¿Cuáles?:

- Labranza de conservación ()
- Labranza cero ()
- Uso de coberteras ()
- Aplicación de biochar ()
- Compostas ()
- Desechos de cosechas ()
- Humus ()
- Acolchados ()
- Abonos verdes ()
- Otro () ¿Cuál? _____

D5.3-I5.

¿Usa bioinsumos (bioles, compostas, humus, etc.) para el manejo de su unidad de producción?

Sí, los produce = 3 () Sí, los compra = 2 () NO usa = 0 ()

D5.3-I4.

Cómo considera que está su nivel de conocimiento en: marcar con una X el nivel de conocimiento que tiene el pequeño productor (sumar el valor final)

Pregunta Conocimiento Mucho = 2 Poco = 1 Nada = 0

¿Qué tipo de abono orgánico y/o fertilizante utilizar en su unidad de producción?

Puntaje de 0.5 Puntaje de 0.25

¿Cómo aplicar el abono orgánico y/o fertilizante en su unidad de producción?

Puntaje de 0.5 Puntaje de 0.25

¿Cuánto abono orgánico y/o fertilizante debe aplicar en su unidad de producción?

Puntaje de 0.5 Puntaje de 0.25

¿Cuándo debe aplicar el abono orgánico y/o fertilizante en su unidad de producción?

Puntaje de 0.5 Puntaje de 0.25

Suma total

Caja C | Guión general de la entrevista semiestructurada para evaluar y monitorear la capacidad adaptativa de productores rurales en los sectores productivos: agrícola, ganadero, forestal y ecoturismo (continúa)

D5.1-I3

¿Realiza alguna actividad para reducir el arrastre de suelo en su unidad de producción?

NO = 0 () Sí (una actividad) = 1 () Sí (dos actividades) = 2 () Sí (más de tres actividades) = 3 ()

¿Cuáles?:

- Acomodo de material vegetal muerto ()
- Terrazas de muro vivo ()
- Barreras vivas ()
- Cortinas rompevientos ()
- Otro () ¿Cuál? _____

D1.3-I3

¿Conoce de la existencia de alguna obra para reducir el arrastre de suelo y agua en las partes altas de las montañas?

NO = 0 () Sí (una obra) = 1 () Sí (dos obras) = 2 () Sí (más de tres obras) = 3 ()

¿Cuál?:

- Estabilización de taludes ()
- Presas para el control de azolves ()
- Presas de malla de alambre ()
- Presas de morillos ()
- Presa de ramas ()
- Presas de piedra acomodada
- Presa de llantas ()
- Presas de mampostería ()
- Presas de gaviones ()
- Otro () ¿Cuál? _____

Conservación y uso sostenible del recurso forestal

D1.4-I1.

¿Su comunidad cuenta con superficie disponible para la conservación forestal (bosques, selvas tropicales, matorrales, chaparrales, manglares, humedales)?

NO () Sí () No. aprox. de hectáreas: _____

D1.4-I3.

¿Su comunidad tiene superficies dedicadas a la reforestación o restauración forestal?

NO () Sí () No. aprox. de hectáreas: _____

D5.3-I6.

Para la actividad forestal, ¿realiza prácticas de manejo del área forestal?

NO = 0 () Sí (una práctica) = 1 () Sí (dos prácticas) = 2 () Sí (más de tres prácticas) = 3 ()

- Brechas corta fuego ()
- Quemas controladas ()
- Raleos ()
- Control de plagas y enfermedades ()
- Monitoreo de plagas y enfermedades ()
- Otro ¿Cuál?: _____

Caja C | Guión general de la entrevista semiestructurada para evaluar y monitorear la capacidad adaptativa de productores rurales en los sectores productivos: agrícola, ganadero, forestal y ecoturismo (continúa)

Plagas y enfermedades

D5.3-I2.

¿Cómo combate a las plagas, enfermedades y malezas?

NO las combate = 0 ()

Control biológico y/o químico (trampas, feromonas, barreras de protección, vacunas y antibióticos, etc.) = 1 ()

Manejo integrado (identificación, conocimiento, control, prevención y monitoreo) = 2 ()

Fuentes de ingresos

D4.1-I1.

Los productos que obtiene en su unidad de producción son para: Autoconsumo = 0 () Venta (un producto) = 1 ()
Venta (dos productos) = 2 () Venta (más de dos productos) = 3 ()

D4.1-I2.

Aparte de los ingresos que obtiene de su principal actividad productiva ¿recibe ingresos extra de otra actividad?

NO = 0 () Sí (un ingreso extra) = 1 () Sí (dos ingresos extra) = 2 () Sí (más de tres ingresos) = 3 ()

¿Cuáles?:

- Otra fuente de empleo ()
- Remesas ()
- Apoyos gubernamentales (p. ej. 65 y más, becas, sembrando vida) ()
- Otro () ¿Cuál? _____

D4.3-I1

¿Tiene acceso a algún crédito para las actividades que realiza en su unidad de producción?

SÍ = 1 () NO = 0 ()

D4.3-I2

¿Tiene acceso a algún seguro para las actividades que realiza en su unidad de producción?

SÍ = 1 () NO = 0 ()

Caja C | Guión general de la entrevista semiestructurada para evaluar y monitorear la capacidad adaptativa de productores rurales en los sectores productivos: agrícola, ganadero, forestal y ecoturismo (continúa)

Capacidad de respuesta ante siniestros (infraestructura estratégica, acceso a la información, acción participativa, política normativa)

¿En los últimos años, su unidad de producción y/o hogar, han sido afectados por algún siniestro?

- NO () Sí () ¿Cuál?:
- Inundación ()
- Sequía ()
- Heladas ()
- Tormentas ()
- Granizadas ()
- Ciclones ()
- Incendios ()
- Otro () ¿Cuál? _____

En caso afirmativo ¿de quién ha recibido ayuda?

- Gobierno (federal, estatal o municipal) ()
- Autoridades de la comunidad ()
- Organización ()
- Seguros ()
- Miembros de la comunidad ()
- Otro (): _____

D2.2-I1

Cuando ha ocurrido algún siniestro, ¿usted ha participado para ayudar a resolver el problema?

Nunca he participado = 0 () Sí he participado = 1 ()

D2.3-I1

¿Tiene acceso oportuno a información sobre la llegada de algún siniestro que pudiera afectar a su unidad de producción?

NO = 0 () Sí = 1 ()

D5.1-I4.

En caso de algún siniestro ¿tiene acceso a otras fuentes de energía diferentes a las convencionales (CFE, gasolina) en su unidad de producción o centro de acopio?

NO = 0 () Sí (una fuente) = 1 () Sí (dos fuentes) = 2 () Sí (más de tres fuentes) = 3 ()

¿Cuáles?:

- Energía solar ()
- Energía eólica ()
- Biogas ()
- Biocombustibles ()

Otro () ¿Cuál? _____

Caja C | Guión general de la entrevista semiestructurada para evaluar y monitorear la capacidad adaptativa de productores rurales en los sectores productivos: agrícola, ganadero, forestal y ecoturismo (continúa)

D5.2-I2

¿Cómo calificaría el estado de las carreteras, caminos, ampliaciones, etc. más cercanas en su comunidad?

Bueno = 2 () Regular = 1 () Malo = 0 ()

D5.2-I2.

¿Existe alguna infraestructura (p. ej. centros de salud o escuelas) que pueda servir como refugio temporal en caso de un siniestro en su comunidad?

NO () Sí () ¿Cuántos?: _____

D5.2-I3.

¿Puede llegar fácilmente a esa infraestructura?

Sí = 1 () NO = 0 ()

D4.4-I1.

¿Tiene ahorros económicos o en especies (semillas, alimento para el ganado, etc.) que puedan servir para recuperarse de algún siniestro?

Sí = 1 () NO = 0 ()

D6.1-I3.

¿Conoce de la existencia de alguna norma, regla, plan gubernamental o de su comunidad que le ayude a enfrentar o reducir algún siniestro?

NO = 0 () Sí, pero no se implementa = 1 () Sí se implementa = 2 ()

D6.1-I1.

¿Su comunidad cuenta con algún plan de ordenamiento del territorio?

NO = 0 () Sí, pero no se implementa = 1 () Sí se implementa = 2 ()

¿Cuáles? _____

D6.1-I2.

Si pertenece a alguna organización ¿esa organización influye positivamente en el manejo y ordenamiento del territorio de su comunidad? NO influye = 0 Sí influye = 1 ()

D3.1-I4

¿Ha realizado alguna actividad para enfrentar o reducir el impacto de algún siniestro en su unidad de producción (p. ej. uso de variedades resistentes a la sequía, otro)? NO = 0 () Sí = 1 () ¿Cuál?: _____

Apéndice D. Pruebas piloto

Caja D | Algunos momentos durante las pruebas piloto



Encuesta con traducción simultánea a productora de agave y maíz, Tlahuitoltepec, Sierra Mixe, Oaxaca.



Entrevista a representantes de la organización sobre ecoturismo y silvicultura, Capulálpam de Méndez, Sierra Juárez, Oaxaca.



Explicación con traducción simultánea del propósito de las encuestas a productores y productoras de café, Cacalotepec, Sierra Mixe, Oaxaca.



Explicación y aplicación de encuestas a ganaderos en Cunduacán, Tabasco.

Fuente: Elaboración propia

REFERENCIAS

- Ahmad, M.I., Ma H. 2020. "Climate change and livelihood vulnerability in mixed crop-livestock areas: The case of Province Punjab, Pakistan". *Sustainability* 12(2).
- Bui, H.T.M., T.A. Do. 2022. "Choice of adaptation strategies to climate change among farm households in mountainous areas of Northeastern Vietnam". *Geojournal* 87: 4947–4960.
- Chambers, R. y Conway, C. .1992. Sustainable Rural Livelihoods: Practical Concepts for the 21st Century, IDS Discussion Paper 296, Brighton: IDS.
- Chepkoech, W., N.W Mungai, S. Stöber, H. Lotze-Campen. 2020. "Understanding Adaptive Capacity of Smallholder African Indigenous Vegetable Farmers to Climate Change in Kenya". *Climate Risk Management* 27.
- Cinner, J. E., W. N. Adger, E. H. Allison, M. L. Barnes, K. Brown, P. J. Cohen, S. Gelcich, C. C. Hicks, T. P. Hughes, J. Lau, et al. 2018. "Building Adaptive Capacity to Climate Change in Tropical Coastal Communities." *Nature Climate Change* 8: 117–123.
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2020. *Agrobiodiversidad Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad*. México: CONABIO.
- CONAFOR. (Comisión Nacional Forestal). 2022. Estado que guarda el sector Forestal en México 2021. México: CONAFOR. <https://snif.cnf.gob.mx/>.
- Coronado-Minjaréz M.A., K.A.F. Rodríguez, B.F. Sandoval, E.J.G. Herrera, A.R. López. 2019. "Caracterización y clasificación de los productores del altiplano oeste potosino, México: Una propuesta de tipología multidimensional". *Agríc. Soc. Desarro* 16: 373–397.
- Creswell J.W. 2012. *Educational Research: Planning, Conducting, and Evaluating Quantitative and Qualitative Research*. Boston: Pearson.
- Douglass-Gallagher E., D Stuart. 2019. "Crop Growers' Adaptive Capacity to Climate Change: A Situated Study of Agriculture in Arizona's Verde Valley". *Environmental Management*: 63, 94-109.
- Ducusin R.J.C., M.V.O. Espaldon, C.M. Rebancos, L.E.P. De Guzman. 2019. Vulnerability assessment of climate change impacts on a Globally Important Agricultural Heritage System (GIAHS) in the Philippines: the case of Batad Rice Terraces, Banaue, Ifugao, Philippines. *Climatic Change* 153:395-421.
- Engle, N.L. 2011. "Adaptive Capacity and Its Assessment". *Glob. Environ. Change* 21: 647–656.
- Ellis, F. 1999. "Rural Livelihood Diversity in Developing Countries: Evidence and Policy Implications". En *Natural Resource Perspectives*; Overse.s Development Institute: Londres.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 2020. *Hacia una definición de la salud del suelo*. Roma, Italia: Grupo Técnico Intergubernamental sobre Suelos.
- Fatima N., A. Alamgir, M.A. Khan, M. Owais. 2022. "Evaluating dual exposure by using climate-conflict vulnerability index on the coastal districts of Sindh, Pakistan". *Environmental Monitoring and Assessment* 194.
- Ferreira, F., C.S., F. Alves y J. Loureiro, J. 2024. "Sustainable futures: from causes of environmental degradation to solutions". *Discover Sustainability*.
- Gottret. M. V. 2011. *Una Estrategia para el Diseño e Implementación de Iniciativas para la Reducción de la Pobreza*. Turrialba: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).
- Gupta, A. K., M. Negi, S. Nandy, J. M. Alatalo, V. Singh, y R. Pandey. 2020. "Assessing the Vulnerability of Socio-Environmental Systems to Climate Change along an Altitude Gradient in the Indian Himalayas." *Ecological Indicators* 106: 105512.
- Hoang, L. P., M. Pot, D. D. Tran, L. H. Ho, y E. Park. 2023. "Adaptive Capacity of High- and Low Dyke Farmers to Hydrological Changes in the Vietnamese Mekong Delta." *Environmental Research* 224(1).
- INECC (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático). 2019. *Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático*. México: INECC.
- INECC (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático). 2021. *Municipios Vulnerables al Cambio Climático con Base en los Resultados del Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático*. México: INECC.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2023. *Censo Agropecuario 2022: Resultados Finales*. México: INEGI.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2007. *Cambio Climático 2007: Informe de Síntesis. Contribución de los Grupos de Trabajo I, II y III al Cuarto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, editado por R. K. Pachauri y A. Reisinger*. Geneva: IPCC.
- IPCC. 2022. "Summary for Policymakers." En *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*, editado por H. O. Pörtner, D. C. Roberts, E. S. Poloczanska, y K. Mintenbeck, 67–83. Cambridge: Cambridge University Press.

- Kalli, R., y P. R. Jena. 2022. "Combining Agriculture, Social and Climate Indicators to Classify Vulnerable Regions in the Indian Semi-Arid Region." *Journal of Water and Climate Change* 13(2): 542–556.
- Khan, N. A., Q. Gao, M. Abid, y A. A. Shah. 2021. "Mapping Farmers' Vulnerability to Climate Change and Its Induced Hazards: Evidence from the Rice-Growing Zones of Punjab, Pakistan." *Environmental Science and Pollution Research* 28(4): 4229–4244.
- Kumari, G., Y. Sharma, y H. Sajjad. 2023. "Assessing Livelihood Vulnerability of Rural Communities in Dimapur District of Nagaland State, India: Policy Implications." *GeoJournal* 88: 3143–3162.
- Laureta, R. P., R. R. H. Regalado, y E. B. De La Cruz. 2021. "Climate Vulnerability Scenario of the Agricultural Sector in the Bicol River Basin, Philippines." *Climatic Change* 168(4): 24.
- Lo, Chung Kwan. 2023. "What Is the Impact of ChatGPT on Education? A Rapid Review of the Literature." *Education Sciences* 13(4).
- Lutz, B. 2017. "De la Acción Colectiva en el Campo a la Sociedad Civil Rural." *Acta Sociológica* 74: 39–56.
- Mahfoud, C., y J. Adjizian-Gerard. 2021. "Local Adaptive Capacity to Climate Change in Mountainous Agricultural Areas in the Eastern Mediterranean (Lebanon)." *Climate Risk Management* 33.
- Maldonado-Méndez, M.d.L.; Romo-Lozano, J.L.; Monterroso-Rivas, A.I. Determinant Indicators for Assessing the Adaptive Capacity of Agricultural Producers to Climate Change. *Atmosphere* 2022, 13,1114. <https://doi.org/10.3390/atmos13071114>
- Masud, M. M., R. Akhtar, A. Al Mamun, M. S. Uddin, L. Siyu, y Q. Yang. 2022. "Modelling the Sustainable Agriculture Management Adaptation Practices: Using Adaptive Capacity as a Mediator." *Frontiers in Environmental Science* 10.
- Matewos, T. 2020. "The State of Local Adaptive Capacity to Climate Change in Drought-Prone Districts of Rural Sidama, Southern Ethiopia." *Climate Risk Management* 27: 100209.
- Mekonen, A. A., y A. B. Berlie. 2021. "Rural Households' Livelihood Vulnerability to Climate Variability and Extremes: A Livelihood Zone-Based Approach in the Northeastern Highlands of Ethiopia." *Ecological Processes* 10.
- Monterroso, A., C. Conde, C. Gay, D. Gómez, y J. López. 2012. "Two Methods to Assess Vulnerability to Climate Change in the Mexican Agricultural Sector." *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 17(6): 605–620.
- Monterroso, A. I., A. C. Conde, y J. L. Pérez. 2018. "Multi-Temporal Assessment of Vulnerability to Climate Change: Insights from the Agricultural Sector in Mexico." *Climatic Change* 147: 457–473.
- Monterroso, A. I., y C. Conde. 2018. "Adaptive Capacity: Identifying the Challenges Faced by Municipalities Addressing Climate Change in Mexico." *Climate and Development* 10(1): 1–13.
- Nájera, G. A., S. M. Flores, y F. M. C. González. 2022. "Capacidad Adaptativa en Ejidos Costeros del Pacífico Mexicano: Una Aproximación desde los Medios de Vida Sustentables (MVS)." *Sociedad y Ambiente* 25: 1–29.
- Núñez, A. P., I. Gutiérrez-Montes, y H. E. Hernández-Núñez. 2023. "Diverse Farmer Livelihoods Increase Resilience to Climate Variability in Southern Colombia." *Land Use Policy* 131.
- ONU (Organización de las Naciones Unidas). 2015. *Acuerdo de París de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC)*. París: ONU.
- PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2009. *Desarrollo de Capacidades: Texto Básico del PNUD*. Nueva York: PNUD.
- Schultz, L., S. West, y C. Florincio. 2019. "Gobernanza Adaptativa en Construcción: Personas, Prácticas y Políticas en una Reserva de Biosfera de la UNESCO." *Revista de Geografía Norte Grande* 74: 117–138.
- SEDATU (Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano). 2020. *Programa Nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano 2021–2024*. México: SEDATU.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2012. *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México: Compendio de Estadísticas Ambientales. Indicadores Clave y de Desempeño Ambiental*. México: SEMARNAT.
- SEMARNAT–INECC (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales–Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático). 2022. *Contribución Determinada a Nivel Nacional. Actualización 2022*. México: SEMARNAT–INECC.
- Stringer, L. C., E. D. G. Fraser, D. Harris, C. Lyon, L. Pereira, C. F. Ward, y E. Simelton. 2020. "Adaptation and Development Pathways for Different Types of Farmers." *Environmental Science & Policy* 104: 174–189.
- Swami, D., y D. Parthasarathy. 2021. "Dynamics of Exposure, Sensitivity, Adaptive Capacity and Agricultural Vulnerability at District Scale for Maharashtra, India." *Ecological Indicators* 121.

Tessema, I., y B. Simane. 2019. "Vulnerability Analysis of Smallholder Farmers to Climate Variability and Change: An Agro-Ecological System-Based Approach in the Fincha'a Sub-Basin of the Upper Blue Nile Basin of Ethiopia." *Ecological Processes* 8: 5.

UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change). 2012. *National Adaptation Plans. Technical guidelines for the national adaptation plan process*. Bonn: UNFCCC.

Vizinho, A., D. Avelar, C. Branquinho, T. C. Lourenço, S. Carvalho, A. Nunes, L. Sucena-Paiva, H. Oliveira, A. L. Fonseca, F. D. Santos, M. J. Roxo, y G. Penha-Lopes. 2021. "Framework for Climate Change Adaptation of Agriculture and Forestry in Mediterranean Climate Regions." *Land* 10(2).

Williams, C., A. Fenton, y S. Huq. 2015. "Knowledge and Adaptive Capacity." *Nature Climate Change* 5.

Winthrop, R. H. 2019. "Explaining Differential Vulnerability to Climate Change: A Social Science Review." *WIREs Climate Change* 10.

WRI (World Resources Institute). 2024. *Global Human System Impact Strategies: Food, Land & Water, Energy, Cities*. Washington, DC: WRI.

Zanmassou, Y. C., R. M. Al-Hassan, A. Mensah-Bonsu, Y. B. Osei-Asare, y C. B. Igue. 2020. "Assessment of Smallholder Farmers' Adaptive Capacity to Climate Change: Use of a Mixed Weighting Scheme." *Journal of Environmental Management* 276.

NOTAS FINALES

1. El proyecto SAbERES busca fortalecer las capacidades de las y los pequeños productores, sus organizaciones y los gobiernos subnacionales para adaptar sus sistemas de producción al cambio climático como parte del cumplimiento a nivel nacional de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS), las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional para el Cambio Climático y las Metas Aichi para la Diversidad Biológica. Actualmente el proyecto SAbERES colabora con los gobiernos federal y estatales de Campeche, Chiapas, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Puebla, Tabasco, Tlaxcala y México en coordinación con organizaciones locales.
2. Personas productoras (de subsistencia, pequeños, medianos, grandes) que habitan en zonas con menos de 2,500 habitantes (INEGI 2005).
3. World Resources Institute (WRI); Grupo Autónomo para la Investigación Ambiental A. C. (GAIA); GITEC-IGP Consulting Group; Banco Interamericano de Desarrollo (BID); Instituto para el Análisis de Sistemas Aplicados (IIASA,); Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA); Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y Natura.
4. La recolección de datos de las entrevistas realizadas para esta investigación se realizó bajo la política de privacidad del proyecto SAbERES y el protocolo de sujetos humanos de WRI (WRI HSP 0020).
5. La riqueza de especies se define como el número total de especies que se encuentra en cualquier sistema, ya sea natural o modificado. En este caso, sólo nos referimos al número de especies manejadas en el agroecosistema, ya sean nativas o introducidas.
6. Este indicador se refiere a la calidad de agua que se utiliza en los cuatro sectores de interés. Debe ser microbiológicamente inocua tanto para las personas como para los cultivos y el ganado. No debe tener metales pesados ni contaminantes emergentes.
7. La calidad del suelo se refiere a la capacidad que tiene para proporcionar un entorno saludable y fértil que permita el desarrollo de las plantas. También está relacionada con la capacidad del suelo para promover la productividad del sistema sin perder sus propiedades físicas, químicas y biológicas. Por lo tanto, está en función con la fertilidad.
8. Las tierras de la comunidad se refieren a cualquier tierra que sea propiedad colectiva de una comunidad agraria (indígena o no), ya sea ejidal o comunal. Incluye tanto las tierras de uso común como las que pueden haberse destinado a otros fines comunitarios.
9. Se define como conocimiento y comprensión de las condiciones climáticas y otros factores relevantes en su área. Esta experiencia le permite a la persona productora tomar decisiones informadas para obtener los mejores resultados en su producción.
10. Conocimientos, experiencia, competencia, innovaciones y prácticas que se transmiten de una generación a otra, y forman parte de un modo de vida tradicional de las comunidades indígenas y locales en el ámbito de agricultura, medicina, artesanía o rituales, entre otros. Este conocimiento es empírico, adaptativo y dinámico, además de evolucionar con el tiempo, si bien se preservan sus raíces históricas.

ACERCA DE LA AUTORÍA

Patricia Ruiz García es experta en adaptación al cambio climático y doctoranda en el Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático de la UNAM. Autora principal de este trabajo, a cargo del diseño, metodología, el marco conceptual e indicadores.

Contacto: patyrug31@gmail.com

Manuel Edmundo Cervera Villanueva (1988-2024) fue especialista y maestro en economía ambiental. Lideró el proceso de diseño e investigación de esta metodología. Sus colegas y los coautores deseamos expresar nuestro más sincero agradecimiento y reconocimiento por su trabajo y dedicación.

José Iván Zúñiga Pérez Tejada es gerente de Paisajes Forestales de WRI México. Experto en política y gestión ambiental con más de 30 años de experiencia. Lideró el proceso de diseño, discusión y desarrollo del presente trabajo.

Contacto: jose.zuniga@wri.org

Zady Franscellia de San José Vargas Espíndola es coordinadora de políticas públicas en WRI México. Experta en agronomía y desarrollo rural, asesoró y colaboró en el desarrollo de la presente metodología.

Contacto: Zady.Vargas@wri.org

Ana Cecilia Conde Álvarez es profesora-investigadora en el Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático de la UNAM. Como experta en adaptación al cambio climático, asesoró y colaboró en el diseño de la investigación.

Contacto: conde@unam.mx

Alejandro I. Monterroso Rivas es profesor-investigador de tiempo completo de la Universidad Autónoma de Chapingo. Como experto en adaptación al cambio climático, asesoró y colaboró en el diseño de la metodología.

Contacto: aimrivas@correo.chapingo.mx

Ana Rebeca Lomeli Álvarez es analista en WRI México. Lideró el proceso de producción de la publicación y colaboró en el desarrollo de la metodología.

Contacto: rebecca.lomeli@wri.org

SOBRE EL PROYECTO

Este documento fue creado en el marco del proyecto “Planeación del uso de la tierra e innovación financiera para incrementar la resiliencia de México al cambio climático” (SAbERES), que es financiado por la Iniciativa Internacional de Protección del Clima (IKI, por sus siglas en alemán) de los Ministerios Federales de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza, Seguridad Nuclear y Protección del Consumidor (BMUV, por sus siglas en alemán); de Economía y Acción por el Clima (BMWK, por sus siglas en alemán) y de Asuntos Exteriores de Alemania (AA, por sus siglas en alemán).

SAbERES es desarrollado por un consorcio que conforman el BID, GAIA, GITEC-IGIP GmbH, IIASA, IICA, Natura Mexicana, UICN y el líder del proyecto ante IKI, WRI.

SOBRE EL CONSORCIO

Banco Interamericano de Desarrollo (BID)

Organización internacional que brinda apoyo financiero y técnico a gobiernos nacionales, subnacionales y otras entidades de América Latina y el Caribe, con el objetivo de impulsar un desarrollo sostenible, inclusivo y resiliente.

Grupo Autónomo para la Investigación Ambiental (GAIA)

Organización mexicana que trabaja en la gestión y gobernanza de paisajes rurales para fortalecer procesos bioculturales que sustentan los medios de vida comunitarios y contribuyen a la conservación de la biodiversidad.

GITEC-IGIP GmbH

Consultora internacional con amplia experiencia en la implementación de proyectos en colaboración con socios locales e internacionales. Su enfoque combina componentes de ingeniería, marcos institucionales y sociales, análisis económico a distintas escalas e integración ambiental.

Instituto Internacional de Análisis de Sistemas Aplicados (IIASA)

Instituto internacional de investigación que aplica análisis de sistemas para identificar soluciones de política pública que reduzcan impactos humanos, fortalezcan la resiliencia y promuevan el desarrollo sostenible.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)

Organismo especializado del sistema interamericano que promueve el desarrollo agrícola y el bienestar rural en sus países miembros, a través de cooperación técnica de excelencia. Estimula y apoya los esfuerzos de los Estados para fortalecer sus capacidades mediante la innovación, la sostenibilidad y el trabajo conjunto.

Instituto de Recursos Mundiales México (WRI México)

Es una organización global de investigación y acción en el territorio que trabaja para mejorar la calidad de vida de las personas, proteger la naturaleza y detener el cambio climático.

Natura y ecosistemas mexicanos (Natura Mexicana)

Asociación civil sin fines de lucro que trabaja desde 2005 en la región de la Selva Lacandona. Genera y difunde conocimiento sobre el estado de los ecosistemas, e impulsa acciones de conservación, uso sustentable y restauración en colaboración con comunidades locales y autoridades.

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN)

Organización medioambiental internacional cuya misión es influenciar, alentar y ayudar a las sociedades de todo el mundo a conservar la integridad y diversidad de la naturaleza y asegurar que todo uso de los recursos naturales sea equitativo y ecológicamente sostenible.



SABERES

Se autoriza la reproducción parcial o total, siempre y cuando ésta sea sin fines de lucro
y se cite la fuente de referencia.

Productos de conocimiento SABERES © 2025 por SABERES está licenciado bajo CC BY-NC-ND
4.0. Para ver una copia de la licencia, visite <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>
<https://es.wri.org/proyectos/saberes> | saberestmx.org