

Plan de Acción para el Manejo Integral de Cuencas

Cuenca del Río Jamapa

2025



**PLAN DE ACCIÓN PARA EL MANEJO INTEGRAL DE CUENCAS:
CUENCA DEL RÍO JAMAPA**

Primera edición, 2025.

DR © 2025, INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO

Blvd. Adolfo Ruíz Cortines 4209
Col. Jardines en la Montaña, C.P.14210
Tlalpan, CDMX, México.

Teléfono 55 54 24 64 00
<https://www.gob.mx/inecc>

DIRECTORIO

Mariana Morales Hernández

Titular del Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable y encargada de despacho de la Dirección General del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático

José Ernesto Carmona Gómez

Coordinador General de Adaptación al Cambio Climático y Ecología

Diana Gabriela Lope Alzina

Directora de Servicios Ambientales Hidrológicos y Adaptación al Cambio Climático con Enfoque de Cuencas

José Alfredo Galindo Sosa

Gerente de Consejos de Cuenca de la Comisión Nacional del Agua

Elaboración y coordinación del Plan de Acción para el Manejo Integral de Cuencas (PAMIC): Cuenca Río Jamapa

Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN)

Daniela Ávila-García- Oficial de Modelación Técnica

Diseño técnico-participativo, conceptual y metodológico

Revisión e integración de la información

Luis Enrique Hernández Salinas- Analista-Especialista Técnico

Jannice Alvarado Velázquez y Alejandro Rosas Cruz- Consultores externos

Modelación, análisis y recopilación de información temática

Elaboración del material cartográfico

Florencia Cicchini- Oficial de Género y Vulnerabilidad Social

Co-diseño del componente participativo

Ana Isabel Fernández Montes de Oca- Coordinadora de Manejo Integrado de Paisaje

Coordinación técnica del proyecto CONECTA

Sergio Miguel López Ramírez- Director de Manejo Sostenible

Coordinación operativa del proyecto CONECTA

Fondo Golfo de México (FGM)

Leonel Zavaleta Lizárraga- Director Ejecutivo

Isauro S. Cortés Flores- Oficial de Desarrollo Sostenible

Beatriz Del Valle Cárdenas- Coordinadora de Programas

Eva B. Cano González- Oficial de Monitoreo, Salvaguardas y Género

Agradecimientos a las personas y actores institucionales que participaron en los talleres y colaboraron en la elaboración o revisión del PAMIC:

Asociación de Usuarios de Riego El Tamarindo Rincón Zapote, S. C. DE R. L.; Campesinos Unidos por el Progreso de los Pueblos A.C.; Carolina Salcedo (CONAGUA); Centro de Estudios Geográficos, Biológicos y Comunitarios (GEOBIOCOM S.C.); Centro de Investigaciones Tropicales (CITRO); Colegio de Postgraduados; Comisión Nacional de Agua (CONAGUA); Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP); Conecta Tierra AC; Consejo Consultivo de Pueblos Indígenas de Veracruz; Ecotur Amatlán De Los Reyes S.C. de R.L. de C.V.; Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA); Fundación Yépez A.C.; Gente Sustentable A.C.; Instituto de Ecología A.C.; Lomas del Porvenir S de P.R. de R.L.; Marina Romero Cazares (INECC); Parque Nacional Pico de Orizaba-CONANP; Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano-CONANP; Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPa); Pronatura Veracruz A.C.; Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER); Secretaría de Bienestar; Secretaría de Salud de Veracruz; Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Rural y Pesca de Veracruz (SEDARPA); Secretaría de Medio Ambiente de Veracruz; Sistemas Productivos de Jamapa; Universidad Veracruzana; Universidad Veracruzana Intercultural; Unidad Coordinadora Operativa (Jennifer Rangel, Karín Mijangos y Jianguo Olea) y Técnica (Denisse G. Morales y José Gerardo Alonso) del proyecto CONECTA.

Portada: Volcán Pico de Orizaba, Veracruz, 2023.  Enrique Hernández.

Forma de citar:

INECC-FMCN, 2024 Ávila-García, D.; Hernández, E.; Alvarado, J.; Rosas A.; Fernández-Montes de Oca, A.; Cicchini, F.; y López S. Plan de Acción para el Manejo Integral de Cuencas Hídricas: Cuenca del Río Jamapa. Proyecto CONECTA. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN) y Banco Mundial.

Este documento incluye figuras y material cartográfico elaborado por la Unidad Coordinadora Técnica del proyecto CONECTA (INECC-FMCN), excepto que se indique explícitamente lo contrario.

Este documento fue elaborado con financiamiento del Fondo Verde para el Clima (*Green Climate Fund / GCF*, por sus siglas en inglés) y del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (*Global Environment Facility GEF*, por sus siglas en inglés). Conectando la salud de las cuencas con la producción ganadera y agroforestal sostenible CONECTA (GEF Project ID: 10735). Banco Mundial, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN) y Fondo de Conservación El Triunfo. CONECTA es parte de la red del Programa de Impacto de Sistemas Alimentarios, Uso de la Tierra y Restauración FOLUR (*Food Systems, Land Use and Restoration*, por sus siglas en inglés).

Los hallazgos, interpretaciones y conclusiones expresadas en este trabajo no reflejan necesariamente las opiniones del GCF, GEF, su Consejo o los gobiernos que representan. El GEF no garantiza la exactitud de los datos incluidos en este trabajo. Los límites, colores, denominaciones y otra información mostrada en cualquier mapa de este trabajo no implican ningún juicio por parte del GEF sobre el estatus legal de ningún territorio ni la aprobación o aceptación de dichos límites. Nada en este documento deberá constituir o considerarse como una limitación o renuncia a los privilegios e inmunidades del GEF, los cuales están específicamente reservados.



Medio Ambiente
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales



INECC
INSTITUTO NACIONAL
DE ECOLOGÍA Y
CAMBIO CLIMÁTICO



Apoyado por



Implementado por



BANCO MUNDIAL
BIRF • AIF

En colaboración con



FONDO MEXICANO
PARA LA CONSERVACIÓN
DE LA NATURALEZA, A.C.
INSTITUCIÓN PRIVADA





Enrique Hernández

ÍNDICE

Acrónimos	8
RESUMEN	10
1. Introducción	11
1.1 Servicios ecosistémicos y planeación territorial con enfoque de cuenca	13
2. Planes de Acción para el Manejo Integral de Cuencas (PAMIC)	16
2.1. Objetivo general de los PAMIC	17
2.2. Objetivos específicos	17
2.3. Componentes metodológicos de los PAMIC	18
2.3.1. Componente técnico-científico	18
2.3.2. Componente participativo	20
2.3.3. Proceso de integración	21
3. Cuenca del Río Jamapa	24
3.1. Caracterización biofísica	24
3.1.1. Localización	24
3.1.2. Uso de suelo y vegetación	24
3.1.3. Subcuencas	25
3.1.4. Tipos de suelo	28
3.1.5. Clima	30
3.2. Caracterización socio-económica	35
3.2.1. Población	36
3.2.2. Tenencia de la tierra	38
3.2.3. Delimitación municipal y unidades económicas	40
3.2.4. Actividades ganaderas y de aprovechamiento forestal a nivel municipal	43
3.2.5. Vulnerabilidad de la ganadería al cambio climático	46
3.2.6. Índice de Caracterización Socioeconómica (ICSE) y de brecha de género	50
3.3. Caracterización político institucional	55
3.3.1. Gestión institucional del agua	55
3.3.2. Instrumentos de planeación y áreas de importancia ambiental	57
Análisis de los servicios ecosistémicos de la cuenca del Río Jamapa	61
4. Herramientas de evaluación de servicios ecosistémicos (SE)	61
4.1. Oferta o provisión de servicios ecosistémicos (SE)	62
4.1.1. Provisión de agua- Rendimiento hídrico y recarga local	64
4.2.2. Transporte de sedimentos	67
4.3.3. Transporte de nutrientes	69
5. Demanda de servicios ecosistémicos (SE)	72
5.1. Volúmenes de extracción de agua superficial y subterránea	73

5.1.1. Demanda de agua superficial	75
5.1.2. Demanda de agua subterránea	77
6. Conectividad hidrográfica	79
7. Escenarios para la evaluación de impactos futuros o alternativos	82
7.1. Escenarios de cambio climático	82
7.2. Escenarios de usos de suelo y vegetación	84
8. Proceso de integración para la priorización territorial y focalización de intervenciones	87
9. Agenda ambiental	92
9.1. Actividades o eventos con mayor impacto potencial en la provisión y mantenimiento de los servicios ecosistémicos (SE) con perspectiva de género.	93
9.1.1. Explotación de agua	94
9.1.2. Agricultura y uso de agroquímicos	95
9.1.3. Ganadería	96
9.1.4. Eventos extremos: huracanes, tormentas, sequías y olas de calor	97
9.1.5. Deforestación	99
9.1.6. Descargas residuales	100
9.2. Priorización territorial por enfoque	101
9.2.1. Actividades de conservación	101
9.2.2. Actividades de restauración	103
9.2.3. Adecuación de prácticas productivas	105
9.3. Focalización de acciones prioritarias en la cuenca del Río Jamapa	108
9.3.1. Actividades prioritarias para la provisión y mantenimiento de los servicios ecosistémicos (SE)	108
9.3.2. Programas de conservación, restauración y adecuación de prácticas productivas identificados en la cuenca Río Jamapa	113
9.3.3. Subcuencas prioritarias	116
10. Conclusiones	119
11. Recomendaciones y perspectivas a futuro	124
GLOSARIO	126
Referencias	129
ANEXO 1. Valores de indicadores del ICSE y brecha de género	135
ANEXO 2. Resumen de los parámetros utilizados en InVEST	143
ANEXO 3. Catálogo de proyectos	144
ANEXO 4. Recomendaciones para la transversalización de la perspectiva de género en iniciativas de restauración, conservación y adecuación de prácticas productivas	152
ANEXO 5. Registro fotográfico	155

Acrónimos

ADVC	Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación
AGEB	Área Geoestadística Básica
AICAS	Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves
ANP	Área Natural Protegida
BM	Banco Mundial (<i>World Bank</i>)
CMIP	Proyecto de intercomparación de modelos acoplados (<i>Coupled Model Intercomparison Projects</i>)
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CONABIO	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
CONAFOR	Comisión Nacional Forestal
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
CONAPO	Consejo Nacional de Población
CONANP	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
CONNECTA	Proyecto "Conectando la salud de las cuencas con la producción ganadera y agroforestal sostenible"
FIRCO	Fideicomiso de Riesgo Compartido
FMCN	Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza
GEF	Fondo para el Medio Ambiente Mundial (<i>Global Environment Facility</i>)
ICSE	Índice de Caracterización Socioeconómica
INAES	Instituto Nacional de la Economía Social
INECC	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
INECOL	Instituto Nacional de Ecología
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
INIFAP	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
INVEST	Valoración Integrada de los Servicios Ecosistémicos y Compensaciones (<i>Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs</i>)
IPBES	Plataforma Intergubernamental sobre Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (<i>Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services</i>)
LGCC	Ley General de Cambio Climático
LGEEPA	Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente
MIP	Manejo Integrado del Paisaje

Acrónimos

MCG	Modelos de Circulación General
MDE	Modelo Digital de Elevación
NDR	Tasa de transporte de nutrientes (<i>Nutrient Delivery Ratio</i>)
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
OLLC	Organizaciones Locales Legalmente Constituidas
PAMIC	Plan de Acción de Manejo Integral de Cuencas Hídricas
PCA	Análisis de componentes principales (<i>Principal Component Analysis</i>)
PdG	Perspectiva de Género
PNH	Programa Nacional Hídrico
PNH	Programa Hídrico Regional
PNPO	Parque Nacional Pico de Orizaba
PNSAV	Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano
PROCODES	Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible
PSA	Pago por Servicios Ambientales
RAN	Registro Agrario Nacional
REPDA	Registro Público de Derechos del Agua
RUSLE	Revisión de la Ecuación Universal sobre Pérdida de Suelos (<i>Revised Universal Soil Loss Equation</i>)
RJ	Río Jamapa
SADER	Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural
SDR	Tasa de transporte de sedimentos (<i>Sediment Delivery Ratio</i>)
SE	Servicios ecosistémicos
SEH	Servicios Ecosistémicos Hidrológicos
SEMADET	Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SIG	Sistema de Información Geográfica
SLA	Sistema Lagunar de Alvarado
SSP	Trayectorias Socioeconómicas Compartidas (<i>Shared Socioeconomic Pathways</i>)
TESSA	Kit de herramientas para la evaluación de sitio de servicios ecosistémicos a escala de sitio (<i>Toolkit for Ecosystem Service Site-based Assessment</i>)
UMAS	Unidades de manejo para la Conservación de la Vida Silvestre
UNIATMOS	Unidad de Informática para las Ciencias Atmosféricas
USV	Usos de suelo y vegetación

RESUMEN

Los recursos hídricos son sensibles a cambios del paisaje y al cambio climático, lo que afecta significativamente la provisión de **servicios ecosistémicos (SE)**. Entre las principales alteraciones asociadas al cambio climático destacan sequías prolongadas, eventos extremos de precipitación y desequilibrios hídricos. Estas presiones han intensificado la necesidad de políticas sostenibles para abordar las demandas crecientes de la población y mitigar las crisis socioecológicas. En México, los **Planes de Acción para el Manejo Integral de Cuencas (PAMIC)** representan una herramienta clave para la planificación y gestión territorial que integra la oferta y demanda de SE hidrológicos con escenarios de cambio climático y cambios en el uso de suelo y vegetación.

En el marco del proyecto CONECTA, los PAMIC se desarrollan en 15 cuencas de Chiapas, Chihuahua, Veracruz y Jalisco, utilizando herramientas de modelación hidrológica y análisis estadísticos, que se complementan con una base participativa y con perspectiva de género. Los resultados en la **Cuenca del Río Jamapa, Veracruz** muestran que los SE relacionados con la provisión de agua y retención de nutrientes destacan por su mayor presencia en la zona alta de la cuenca, donde predominan ecosistemas como los bosques de encino, pino, oyamel y el bosque mesófilo de montaña, que desempeñan un papel crucial en la regulación hídrica y la calidad del suelo. Por otro lado, el control del transporte de sedimentos, un servicio esencial para la prevención de la erosión y la protección de laderas es significativamente mayor en la zona baja de la cuenca. Las principales cargas de sedimentos, originadas por procesos de erosión hídrica del suelo, predominan en las subcuencas: Huatusco de Chicuellar, Córdoba, Ixhuatlán del Café, Coscomatepec de Bravo y Xocotla, en donde se presentan pendientes pronunciadas y usos de suelo agrícolas.

Los resultados del proceso metodológico destacan los riesgos asociados con la erosión del suelo y la carga de nutrientes asociadas con las actividades agropecuarias intensivas. El enfoque integral y sistémico de los PAMIC permitió identificar ocho subcuencas prioritarias (El Tejar, Los Robles, Tamarindo, Cuitláhuac, General Miguel Alemán (Potrero Nuevo), Ixcatla, Córdoba y Coscomatepec de Bravo) para llevar a cabo acciones de conservación, restauración y manejo sostenible, aunque estos resultados deben interpretarse considerando limitaciones metodológicas y contextuales. Además, los PAMIC subrayan la importancia de promover una visión a largo plazo alineada con diferentes iniciativas públicas y privadas para identificar sinergias y optimizar las inversiones a nivel de cuenca hidrográfica.

Los PAMIC representan una herramienta de diagnóstico y planeación que promueve un modelo dinámico e integral para identificar y priorizar acciones que optimicen la funcionalidad territorial, incorporando desigualdades socioeconómicas y de género. Las recomendaciones incluyen monitoreo ambiental, manejo del fuego, captación de agua pluvial, sistemas agroforestales, uso de bioinsumos y rehabilitación de pastizales con especies nativas. Este esquema representa un avance significativo en la planificación territorial de la cuenca, contribuyendo a un equilibrio entre producción, conservación y resiliencia frente a los impactos potenciales del cambio climático y las dinámicas socioeconómicas.

Palabras clave: PAMIC, servicios ecosistémicos, cambio climático, planeación territorial, cuencas hidrográficas.

1. Introducción

El Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) y el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN) colaboran con aliados regionales (Fondo Golfo de México, FGM; Fondo de Conservación "El Triunfo", FONCET; Fondo Noroeste y Occidente, FONNOR), en la implementación del proyecto CONECTA "Conectando la salud de las cuencas con la producción ganadera y agroforestal sostenible" (2021-2026), que es financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en inglés) a través del Banco Mundial (BM). El objetivo de CONECTA es mejorar el manejo integrado del paisaje y promover prácticas productivas climáticamente inteligentes en 15 cuencas ganaderas y agroforestales en los estados de Chiapas, Chihuahua, Jalisco, y Veracruz.

La base del manejo integrado del paisaje en CONECTA son los Planes de Acción para el Manejo Integral de Cuencas (PAMIC). La primera propuesta de los PAMIC se diseñó para varias cuencas del país en el marco del proyecto C6 "Conservación de cuencas costeras en el contexto del cambio climático" (2014-2018), también financiado por el GEF a través del BM. Considerando estos antecedentes, y con el objetivo de avanzar hacia una fase de consolidación y apropiación de este instrumento, dentro del marco del proyecto CONECTA se llevará a cabo la elaboración de los PAMIC en las cuencas ubicadas en Chiapas (Región Istmo-Costa) y en la región fronteriza de Chihuahua. Además, se actualizarán los PAMIC de las cuencas de Veracruz (La Antigua, Jamapa y Tuxpan) y Jalisco (Región Vallarta) con base en el diseño y la implementación de una metodología que contemple insumos de mayor resolución espacial, herramientas complementarias (p.ej. análisis de redes, técnicas de geoprocusamiento, índices y enfoques estadísticos), y la construcción participativa y con enfoque de género de escenarios futuros plausibles, sentando así las bases de una agenda ambiental sólida.

La cuenca del río Jamapa (RJ) abarca una superficie de 3,918 km² y se localiza predominantemente en el estado de Veracruz (98.3%), con una menor extensión en el estado de Puebla (1.7%). Está integrada principalmente por los cauces de los ríos Cotaxtla y Jamapa. El río Cotaxtla tiene su origen en el deshielo del volcán Citlaltépetl o Pico de Orizaba, a una altitud de 5,610 msnm. Por su parte, el Río Jamapa se origina como río Barranca de Coscomatepec a 4,700 msnm (Tarango, 2019; Fuentes-Mariles, et al., 2014). Actividades como la deforestación, el incremento de la agricultura (principalmente de monocultivos, como el limón, el chayote y la caña), la ganadería y el turismo, así como la frecuencia de heladas, sequías e inundaciones relacionadas con el cambio climático, representan algunas de las principales amenazas para la provisión y mantenimiento de diversos servicios ecosistémicos (SE) (Álvarez, 2024; Ortiz-Lozano, 2013).

En la parte alta de la cuenca se encuentra el Parque Nacional Pico de Orizaba (PNPO), que abarca una superficie de 197.5 km², de la cual el 29% se localiza dentro de la cuenca del RJ. La vertiente de barlovento del PNPO, ubicada principalmente en el estado de Veracruz, se caracteriza por su alta humedad, su vegetación compuesta predominantemente por bosques de pino, bosques de oyamel y páramo, y un régimen de precipitaciones anuales que oscila entre 1,200 y 1,700 mm (CONANP, 2015). Estas condiciones posicionan al PNPO como una zona estratégica de captación hídrica, esencial para la recarga de acuíferos y el mantenimiento de la red hidrológica de las cuencas de los ríos Papaloapan y Balsas. Sin embargo, las principales perturbaciones que afectan al parque incluyen incendios forestales, tala ilegal y sequías, los cuales impactan tanto los ecosistemas como a las poblaciones asentadas en la cuenca del RJ, promoviendo la pérdida de biodiversidad, el incremento de la erosión, así como los medios de vida de las poblaciones (CONANP, 2015).

En cuanto a las actividades productivas dentro del parque, estas se centran principalmente en el cultivo de maíz y papa, siendo esta última el cultivo comercial más relevante, afectando entre el 70% y el 80% del área originalmente cubierta por bosques de coníferas. La ganadería se practica de manera extensiva y rudimentaria con fines de doble propósito, lo que repercute en la estructura del bosque y favorece el cambio en el uso del suelo. Por otro lado, el turismo en el parque se ha desarrollado de manera permanente, especialmente a través del alpinismo. No obstante, esta actividad no se ha integrado de forma complementaria al aprovechamiento del PNPO, dado que el ascenso a la montaña sigue siendo ofrecido únicamente por prestadores de servicios externos, sin la participación de la comunidad local. Además, de que no se cuenta con controles específicos sobre el número de prestadores y visitantes (CONANP, 2015).

En la cuenca media, la vegetación predominante incluye pastizales inducidos, selva baja caducifolia y bosque mesófilo de montaña. Asimismo, se registra la presencia de cultivos agrícolas como maíz asociado con caña y limón, además de cafetales y actividades ganaderas de forma extensiva. En la cuenca baja, que abarca las planicies hacia las costas de Veracruz y Boca del Río, predominan los pastizales, manglares y cultivos de cítricos y caña de azúcar.

En la región costera de la cuenca del RJ se localizan dos Regiones Marinas Prioritarias, también consideradas sitios Ramsar: el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV), decretado como Área Natural Protegida Federal en el año 2012, y el Sistema Lagunar de Alvarado (SLA). Estos sistemas albergan una gran diversidad biológica, especialmente de corales, peces, cetáceos, tortugas marinas y aves (CONANP, 2017). Entre ellos destacan los manglares, que abarcan especies como *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans*, las cuales están bajo protección de acuerdo con la NOM-059-ECOL-2001 (Portilla-Ochoa et al., 2003). Las principales amenazas para estos sistemas son la pérdida de cobertura de manglar y el blanqueamiento de los arrecifes de coral, originados principalmente por la expansión de la ganadería, el aprovechamiento

forestal y el asolvamiento de cuerpos de agua. Este último es consecuencia de la erosión en las zonas altas, derivada de la deforestación (Portilla-Ochoa et al., 2003; CONANP, 2017).

De acuerdo con lo anterior, el propósito de la actualización del PAMIC del RJ identifica y analiza las características socio-ecológicas e interconexiones entre las unidades territoriales (subcuencas) con base en la relación de oferta (provisión) y demanda (personas usuarias o beneficiaras) de SE hidrológicos, incorporando a su vez, escenarios de cambio climático y cambios potenciales de uso de suelo y vegetación. De esta forma, el PAMIC tiene como propósito fortalecer la toma de decisiones para guiar y proponer diferentes intervenciones en el territorio; identificando y optimizando los recursos, esfuerzos e inversiones que puedan estar alineados a los diferentes programas de políticas públicas que inciden en la cuenca.

En resumen, el PAMIC representa una herramienta de diagnóstico, planeación y gestión del territorio para proponer el desarrollo a corto y largo plazo de acciones prioritarias de conservación, restauración y adecuación de prácticas productivas, con base en un enfoque sistémico a nivel de cuenca hidrográfica.

1.1 Servicios ecosistémicos y planeación territorial con enfoque de cuenca

Los ecosistemas nos proveen de diferentes beneficios directos e indirectos, definidos como servicios ecosistémicos (SE), que son fundamentales para el bienestar humano (MEA, 2005; TEEB, 2010). Estos SE también se pueden entender como todas aquellas contribuciones, tanto positivas como negativas, derivadas de los sistemas naturales (p.ej. la diversidad de organismos, ecosistemas y sus procesos evolutivos y ecológicos asociados) que tienen efectos en la calidad de vida de las personas (IPBES; Díaz et al., 2018).

En los marcos normativos de México, la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA; DOF, 1988a) define a los servicios ambientales como *“los beneficios tangibles e intangibles, generados por los ecosistemas, necesarios para la supervivencia del sistema natural y biológico en su conjunto, y para que proporcionen beneficios al ser humano”*. Algunos de estos beneficios o contribuciones de la naturaleza hacia las personas incluyen la provisión y calidad del agua, el control de inundaciones, la provisión de alimentos, la captura de carbono, la retención de nutrientes y el control de la erosión (Koetse et al., 2018; Maes et al., 2013).

Actualmente, se reconocen tres grandes sistemas de clasificación internacional de SE disponibles para sistematizar, evaluar y comparar los resultados de las evaluaciones y el mapeo (Maes et al., 2013): *The Millennial Ecosystem Assessment* (MEA, 2005) proporcionó el primer marco conceptual para la evaluación de ecosistemas a gran escala, que luego fue adoptada y detallada por *The Economics of Ecosystem and Biodiversity* (TEEB, 2010) y *The Common International Classification of Ecosystem*

Services (CICES, (CICES, Haines-Young y Potschin, 2018). En general, todas estas clasificaciones incluyen SE de abastecimiento, regulación y culturales, la mayoría de los cuales están conectados con el ciclo hidrológico a nivel de cuenca hidrográfica.

Las cuencas hidrográficas son unidades territoriales, definidas por la división natural de las aguas superficiales debido a la conformación del relieve y la topografía (SEMARNAT-CONAGUA, 2018). En términos territoriales las cuencas constituyen sistemas complejos, donde se reconocen los vínculos entre una variedad de componentes, niveles jerárquicos y una alta intensidad de interconexiones (Balvanera y Cotler, 2007; Mass, 2012).

Los SE derivados de procesos que ocurren dentro de los límites fisiográficos de una cuenca hidrográfica se centran cada vez más en la integración de la gestión del paisaje y los recursos hídricos (Hamel et al., 2018). Las cuencas hidrográficas como unidades funcionales de los ecosistemas permiten analizar diferentes procesos socio-ecológicos que consideran una estructura de variables sociales y biofísicas relacionadas con los recursos que inciden en el bienestar humano, en donde los cuerpos de agua, como los ríos o los lagos, juegan un papel importante en el bienestar humano y en el funcionamiento de los ecosistemas (Comín et al., 2018).

Por otro lado, los cambios en el uso y la distribución de los SE pueden tener impactos diferenciados entre las personas que conforman comunidades asentadas en la cuenca, debido a que el acceso y la gestión de los recursos podría estar determinado por su ubicación territorial, reglas o acuerdos locales, actividades productivas, tipos de tenencia de la tierra, etnicidad, condición social o contexto cultural (Daw et al., 2011; Peh et al., 2013). Ante esta situación, el enfoque de cuenca en el manejo y planeación territorial promueve la integración de las personas involucradas en una problemática común, en lugar de atender problemas sectoriales dispersos. Estas intervenciones varían en el tiempo y están en función del aprendizaje que se obtiene de las acciones realizadas sobre los ecosistemas, del control de las externalidades y de los diversos intereses y condiciones de las personas (Cotler, 2007).

Por ejemplo, en algunos casos, las personas beneficiarias que asumen los costos de mantener la provisión de los SE podrían necesitar ser compensadas por otras personas que también se benefician (p.ej. propietarios de terrenos destinados a la conservación bajo un esquema de Pago por Servicios Ambientales, PSA). Este enfoque de **corresponsabilidad territorial** para la protección de ecosistemas y el mantenimiento de sus SE a nivel de cuenca hidrográfica es clave para analizar las posibles compensaciones derivadas de las externalidades tanto positivas como negativas, las cuales se asocian con los flujos de agua que transcurren desde las partes más altas de la cuenca hasta su desembocadura en las partes más bajas.

De acuerdo con lo anterior, los PAMIC incorporan el concepto de SE con base en la integración, modelación y análisis de aspectos biofísicos (oferta o provisión de SE) y socio-económicos (demanda de SE por parte de los usuarios o beneficiarios) para construir un marco conceptual cuyo objetivo es apoyar el desarrollo de intervenciones, políticas o esquemas de gestión que integren los siguientes elementos en la toma de decisiones con base en un enfoque de cuenca hidrográfica (Fig. 1. *Marco conceptual para el análisis y evaluación de servicios ecosistémicos de los PAMIC. Adaptado de Potschin & Haines-Young (2011); Maes et al. (2013).*):

1. El funcionamiento de los ecosistemas y sus SE.
2. Los impactos potenciales tanto positivos como negativos derivados de las dinámicas socio-económicas.
3. Las amenazas o presiones potenciales presentes y futuras, como el cambio climático y los cambios de uso de suelo y vegetación (USV).

Este marco conceptual permite vincular las funciones de producción con los beneficios proporcionados a las personas. La oferta o provisión de SE representa lo que potencialmente está disponible a partir de la estructura, procesos biofísicos y funciones de los ecosistemas (p.ej. la provisión de agua en cantidad y calidad). Dentro del marco de los PAMIC, los SE incorporan la demanda o uso por parte de personas usuarias o beneficiarias que se distribuyen en las cuencas, mientras que la valoración, incluye la preferencia o percepción social para el cálculo de métricas en términos de aumento o disminución de los SE (p.ej. mayor cantidad de agua, menores tasas de erosión o transporte de nutrientes), considerando la incorporación de escenarios de cambio climático y cambios de uso de suelo y vegetación (USV).

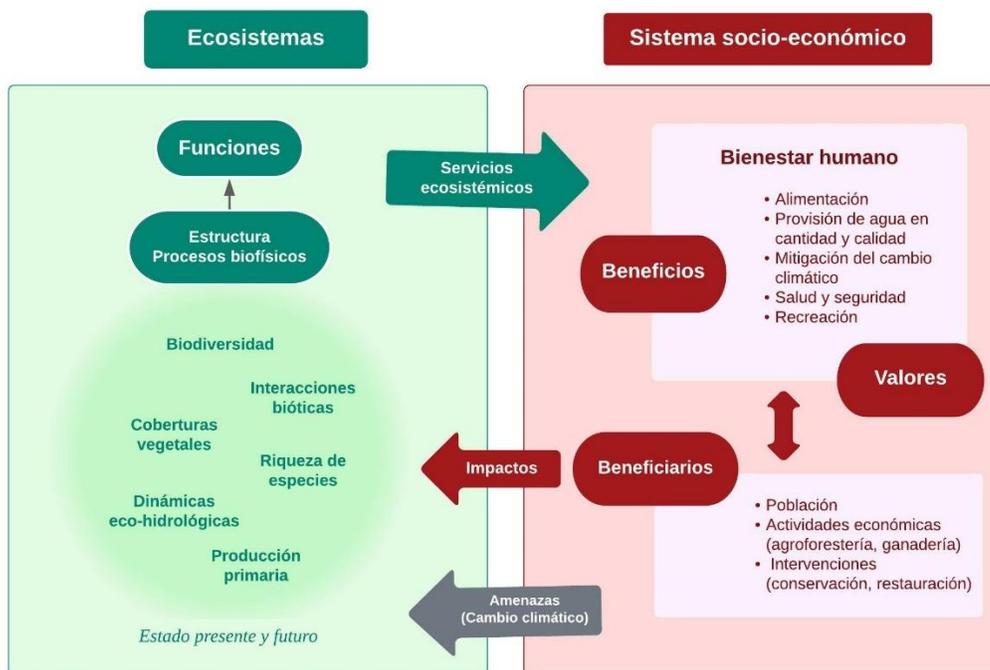


Fig. 1. Marco conceptual para el análisis y evaluación de servicios ecosistémicos de los PAMIC. Adaptado de Potschin & Haines-Young (2011); Maes et al. (2013).

2. Planes de Acción para el Manejo Integral de Cuencas (PAMIC)

Los PAMIC son un instrumento de diagnóstico, planeación y gestión del territorio con bases técnico-científicas que articula esfuerzos institucionales para proponer el desarrollo de acciones prioritarias de conservación, restauración y adecuación de prácticas productivas.

El desarrollo de los PAMIC incorpora un enfoque sistémico que considera proyecciones de cambio climático y posibles transformaciones en el uso de suelo y vegetación, a nivel de cuenca hidrográfica. A diferencia de los ordenamientos territoriales, que se centran en identificar unidades de gestión y analizan su dinámica interna para proponer políticas, criterios y estrategias de manejo, los PAMIC trascienden este enfoque al incluir no solo las relaciones internas dentro de cada unidad de planeación, sino también las interacciones e interconexiones derivadas de la red de flujos superficiales característicos de las cuencas (Fig. 2).

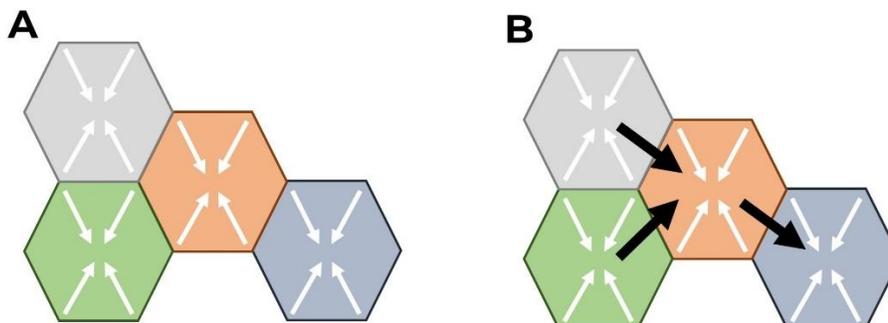


Fig. 2. Modelos conceptuales de los Ordenamientos Ecológicos Territoriales (OET) y los PAMIC. A) Modelo conceptual de la caracterización y análisis de las unidades de planeación de los OET considerando únicamente sus atributos internos (flechas blancas). B) Modelo conceptual de los PAMIC con base en el análisis de la vinculación e interconexión entre las unidades de planeación asociada a la red de flujo superficial de las cuencas (flechas negras).

Considerar a la cuenca como unidad de planeación y gestión, implica establecer canales de comunicación, coordinación y cooperación entre diversas entidades administrativas y de la sociedad civil. Este enfoque representa un reto en la transformación de los paradigmas actuales en la planeación, gestión y administración, tanto de los recursos naturales como económicos. Por consiguiente, la visión a largo plazo de los PAMIC es consolidarse como instrumentos de planeación vinculantes y complementarios a los ordenamientos territoriales. Lo que significa que, al igual que los ordenamientos, los PAMIC requieren de inversión y seguimiento continuo para su plena integración en las políticas públicas de México.

En resumen, los PAMIC son instrumentos operativos, prácticos y replicables, diseñados para fortalecer y solventar vacíos de los procesos de planeación territorial de las cuencas, en donde los recursos hídricos constituyen el eje articulador para enfocar estrategias sostenibles, salvaguardando los procesos socio-ecológicos de los que depende la funcionalidad de los ecosistemas y el bienestar de sus habitantes.

2.1. Objetivo general de los PAMIC

Fortalecer la gestión integral de las cuencas a través de la focalización de acciones orientadas a conservar, restaurar y aprovechar sustentablemente los elementos y bienes comunes que intervienen en la provisión y mantenimiento de SE relevantes para la funcionalidad del territorio.

2.2. Objetivos específicos

1. Caracterizar la situación actual de la cuenca en términos biofísicos y socioeconómicos para su vinculación con instrumentos y programas de gestión.
2. Priorizar las subcuencas con base en el análisis de la oferta-demanda de SE en el contexto actual y futuro, considerando escenarios plausibles de cambio climático y cambios de uso de suelo y vegetación (USV).
3. Proponer y focalizar diferentes acciones de intervención que promuevan la conservación, la restauración o el aprovechamiento sustentable de los recursos en las subcuencas identificadas con la mayor oferta-demanda de SE.
4. Definir las bases de una agenda ambiental que promueva la corresponsabilidad territorial para el mantenimiento de los SE, vinculando las características socio-ecológicas, los instrumentos o programas de gestión, y la identificación de sitios prioritarios.

2.3. Componentes metodológicos de los PAMIC

El proceso para la elaboración o actualización de los PAMIC se desarrolla con base en tres componentes o etapas: 1) componente técnico-científico (analítico-relacional); 2) componente participativo, y 3) proceso de integración para consolidar una agenda ambiental que permita plantear una estrategia continua de seguimiento, actualización y monitoreo en coordinación con los diferentes actores en el territorio (Fig. 3).



Fig. 3. Componentes de los PAMIC.

2.3.1. Componente técnico-científico

El componente técnico (analítico-relacional) para la priorización territorial de los PAMIC se resume de la siguiente manera (Fig. 4):

- 1) Identificación de subcuencas con mayor y menor **provisión de servicios ecosistémicos (SE)**. La selección, análisis y modelación de los SE asociados con actividades agropecuarias y agroforestales se llevó a cabo con base en la relevancia percibida por parte de actores locales. Este proceso se consolida considerando los objetivos, alcances, recursos, datos, capacidades técnicas y el tiempo disponible. De esta forma, los SE seleccionados que se analizaron con el uso de la herramienta InVEST - *Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs* (Sharp et al., 2018) son: la provisión de agua, la retención de nutrientes (nitrógeno-N y fósforo-P) y el control de tasas de erosión.
- 2) Identificación de subcuencas con **mayor y menor demanda de SE** con base en el volumen extraído de agua superficial y subterránea (hm^3) y la densidad poblacional ($\text{habitantes}/\text{km}^2$). Además, se lleva a cabo una caracterización socio-económica de las personas usuarias o beneficiarias de los SE para construir de manera participativa una agenda ambiental que

permita vincular la problemática socio-ecológica con los programas institucionales, reglas y acuerdos que inciden en el territorio.

- 3) Incorporación de **escenarios** de cambios de uso de suelo y cambio climático para el análisis de los impactos potenciales en términos de aumentos o disminuciones significativas en los SE seleccionados.
- 4) Integración de los resultados considerando la **conectividad hidrográfica** de las cuencas (identificación de subcuencas emisoras, emisoras-receptoras y receptoras) que permitan consolidar una propuesta de priorización territorial para la implementación de acciones de restauración, conservación y adecuación de prácticas productivas.

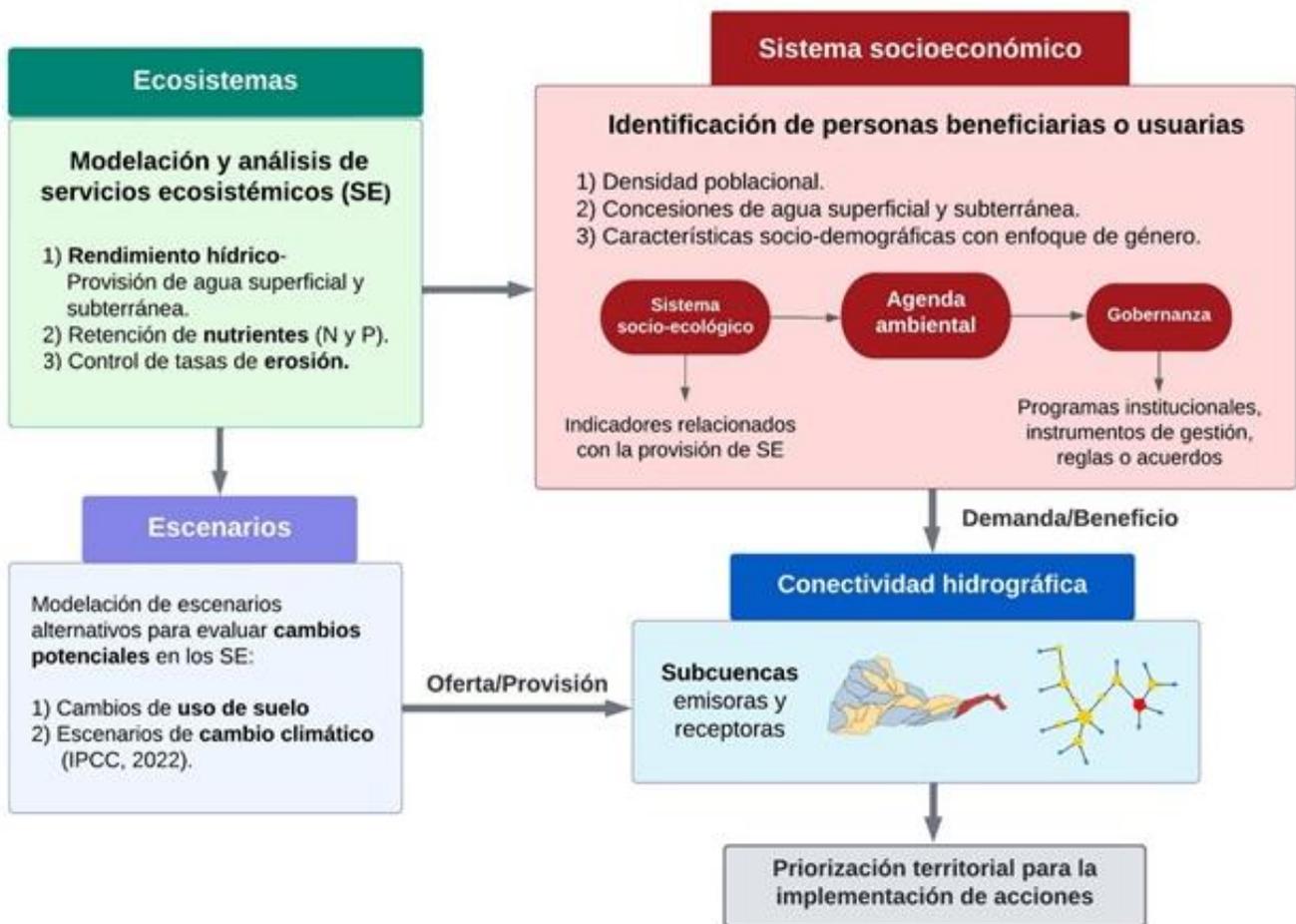


Fig. 4. Esquema conceptual del componente técnico de los PAMIC.

2.3.2. Componente participativo

El componente participativo para la elaboración de los PAMIC es el proceso mediante el cual se genera un espacio de intercambio y coproducción de conocimientos (Reed et al., 2018). Este componente representa un espacio que facilita la comunicación entre los diversos actores de la cuenca para conocer el proceso y los objetivos de la elaboración de los PAMIC. El proceso de planeación e implementación del componente participativo incorpora la visión territorial de las comunidades y propietarios del territorio, así como la perspectiva de género, intercultural e intergeneracional, fomentando la participación activa de las mujeres. También busca incorporar aspectos técnicos sobre los vínculos entre género, provisión y aprovechamiento de los SE.

Este componente se desarrolla a partir de diversas sesiones participativas que pueden variar de acuerdo con cada uno de los contextos territoriales (p. ej. visitas de campo, entrevistas y talleres dirigidos a diferentes actores y personas interesadas con incidencia en las cuencas de estudio y salidas de campo) (Fig. 5. *Esquema conceptual del componente participativo de los PAMIC.*). De esta forma, se busca fortalecer la apropiación e implementación de los PAMIC desde el inicio de su diseño y hasta su aplicación territorial.

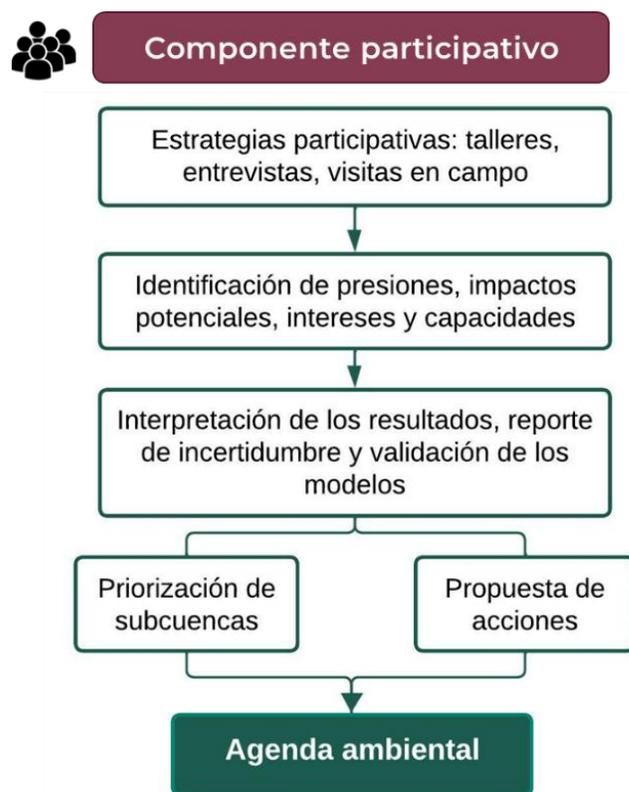




Fig. 5. Esquema conceptual del componente participativo de los PAMIC.

2.3.3. Proceso de integración

El proceso de integración, tanto del componente técnico (analítico-relacional) como del componente participativo, se organiza en 10 pasos que se describen a detalle en la guía metodológica de los PAMIC. Estos pasos se pueden clasificar en dos etapas (Fig. 6):

- **Etapa 1: Determinación de objetivos y alcances**, considerando la identificación de beneficiarios y su contexto socio-ecológico, las estrategias de intervención y los servicios ecosistémicos prioritarios, lo cual permitirá evaluar y seleccionar la herramienta de modelación y análisis más adecuada a los objetivos del PAMIC.
- **Etapa 2: Implementación, validación y análisis**, que incluye todo el proceso de interpretación y validación de los resultados para consolidar una agenda ambiental que permita plantear una estrategia de seguimiento y monitoreo en conjunto con los diferentes actores en el territorio.

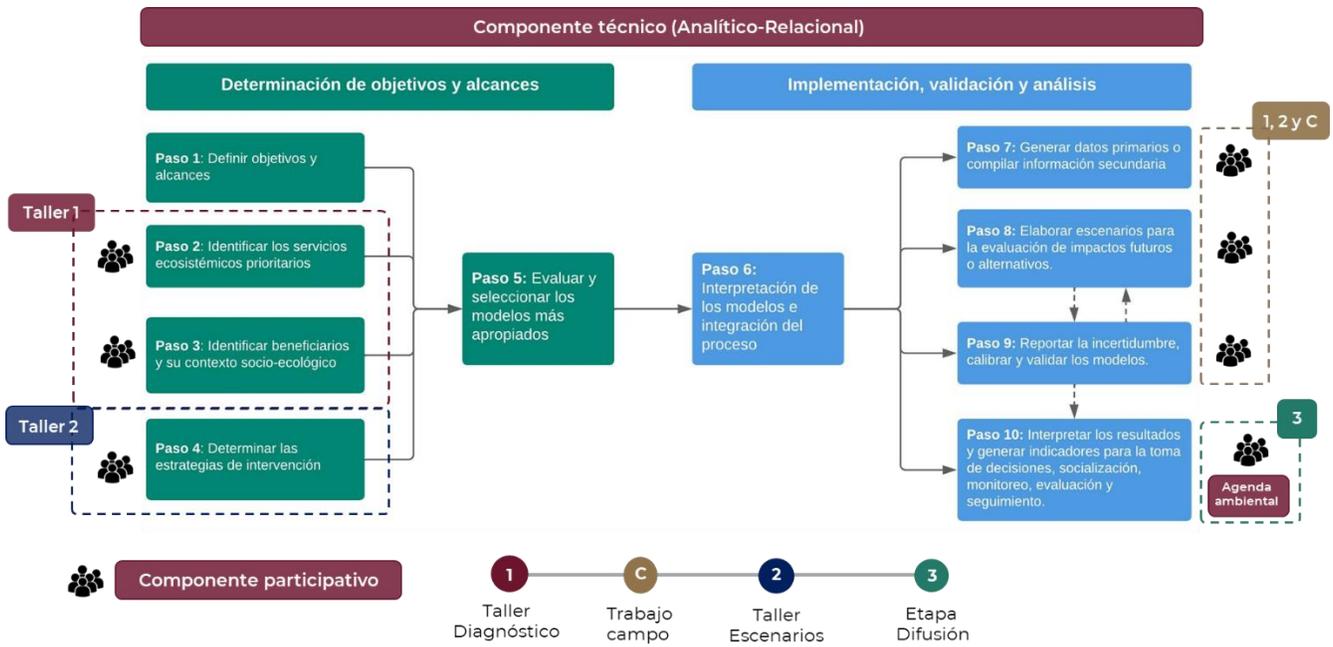


Fig. 6. Guía metodológica para la elaboración de los PAMIC. Esquema del proceso de integración de los diferentes pasos metodológicos, tanto del componente técnico como del componente participativo. Adaptado de Bullock & Ding (2018) y Ochoa-Tocachi et al. (2022).

Cuenca del Río Jamapa

Este capítulo ofrece una visión general de las características biofísicas y socioeconómicas de la cuenca del Río Jamapa, resaltando el papel de las personas usuarias de los servicios ecosistémicos como los y las principales agentes de transformación de los sistemas socio-ecológicos.



3. Cuenca del Río Jamapa

3.1. Caracterización biofísica

3.1.1. Localización

La cuenca del **Río Jamapa (RJ)** forma parte de la región hidrológica Papaloapan (XXVIII) y ocupa una superficie de 3,918 km², localizada entre los estados de Veracruz (98.3%) y Puebla (1.7%) (Tabla 1).

La cuenca se encuentra dentro de dos provincias fisiográficas: la Llanura Costera del Golfo Sur en dirección este y el Eje Neovolcánico al oeste. Su gradiente altitudinal oscila de 0 a 5,610 msnm, con una elevación promedio de 619 msnm. El cauce principal de la cuenca emerge desde las zonas altas de la cuenca hasta su desembocadura en la vertiente del Golfo de México (201 km).

Tabla 1. Descripción de la cuenca del Río Jamapa

Límites estatales		
Estado	Superficie (km ²)	Porcentaje (%)
Veracruz	3,849.82	98.25%
Puebla	68.71	1.75%

Coordenadas extremas y colindancias			
Dirección	Longitud	Latitud	Cuencas colindantes
Norte	-96° 59' 03.65"	19° 13' 04.93"	Tolomé, La Antigua
Sur	-96° 33' 55.83"	18° 44' 30.47"	Papaloapan
Este	-95° 57' 05.52"	18° 56' 33.47"	Golfo de México
Oeste	-97° 16' 49.78"	19° 08' 58.59"	Bobos, Salado

3.1.2. Uso de suelo y vegetación

La vegetación natural cubre alrededor del 27.90% de la cuenca y se clasifica en bosque de pino, bosque de pino-encino, bosque de encino, bosque de oyamel, bosque mesófilo de montaña, selva alta perennifolia/subperennifolia, selva baja caducifolia, pradera de montaña y manglares (INEGI, 2018). El 49.56% de la superficie de la cuenca está destinada a la producción agrícola. Los tipos de cultivo predominantes son: maíz, caña, frijol, chayote, papa, café, limón, sandía y piña, aunque también están presentes algunos cultivos de aguacate y otros huertos frutales en algunas zonas puntuales de la parte alta de la cuenca. El resto de la superficie corresponde a pastizales vinculados con las actividades pecuarias (16.86%); asentamientos humanos (4.66%) y cuerpos de agua (0.90%) (Tabla 2, Fig. 7).

Tabla 2. Tipos de coberturas presentes en la cuenca Río Jamapa.

Tipos de coberturas	Área (km ²)	Porcentaje de la cuenca (%)
Bosque de encino	93.7	2.39
Bosque de oyamel	17.72	0.45
Bosque de pino	130.51	3.33
Bosque de pino-encino	50.12	1.28
Bosque mesófilo de montaña	391.45	9.99
Selva alta perennifolia/subperennifolia	136.33	3.48
Selva baja caducifolia	246.62	6.29
Manglar	13.27	0.34
Pastizal	660.67	16.86
Pradera de montaña	13.61	0.35
Café-caña	228.18	5.82
Maíz-caña	1,086.69	27.73
Maíz-caña-limón	472.98	12.07
Maíz-frijol-chayote-papa	92.27	2.35
Sandía-piña	62.01	1.58
Cuerpo de agua	35.37	0.90
Suelo desnudo	4.7	0.12
Zona urbana	182.76	4.66

3.1.3. Subcuencas

Considerando la heterogeneidad de las características biofísicas de la cuenca (diferencias hidrológicas, altitudinales y tipos de coberturas), se delimitaron **35 subcuencas** con base en el Mapa Nacional de Microcuencas (FIRCO-UAQ, 2005). Posteriormente se corrigieron los límites considerando el análisis de la red de flujo rápido superficial que resulta del análisis del rendimiento hídrico estacional (InVEST, *Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs*, por sus siglas en inglés) (Sharp et al., 2018). Las subcuencas se clasificaron en tres zonas: alta, media y baja con base en sus diferencias altitudinales y la jerarquía de sus principales geformas (FAO, 2009) (Tabla 3, Fig. 7).

Tabla 3. Delimitación de subcuencas.

ID	Subcuenca	Superficie (km ²)
1	Boca del Río	61.27
2	Loma Bonita	66.44
3	El Tejar	313.61
4	Los Robles	200.40
5	Soledad de Doblado	129.68
6	La Matamba (Higuera de las Raíces)	96.83
7	El Zacatal	209.49
8	La Capilla	82.55
9	Rincón de Barrabas	61.12
10	La Mestiza	59.81
11	Mata Tejón	194.04
12	La Tinaja	163.05
13	El Jobo (Jobo Viejo)	70.92
14	Ejido El Jobo (Jobo Nuevo)	59.40
15	Camarón de Tejeda	95.93
16	Tamarindo	231.17
17	Cerro Alto	45.25
18	Boca del Monte	89.80
19	Chavaxtla	103.39
20	Tepatlaxco	82.76
21	Paso del Macho	43.18
22	San José Balsa Camarón (La Colmena)	73.92
23	Loma Angosta	164.53
24	La Palma	53.44
25	San José Tenejapa	48.40
26	Cuitláhuac	54.13
27	General Miguel Alemán (Potrero Nuevo)	148.43
28	San Rafael Río Seco	76.25
29	Huatusco De Chicuellar	142.11
30	Ixcatla	47.10
31	Ocotitlán	50.97
32	Córdoba	141.44
33	Ixhuatlán del Café	244.55
34	Coscomatepec de Bravo	103.12
35	Xocotla	110.36

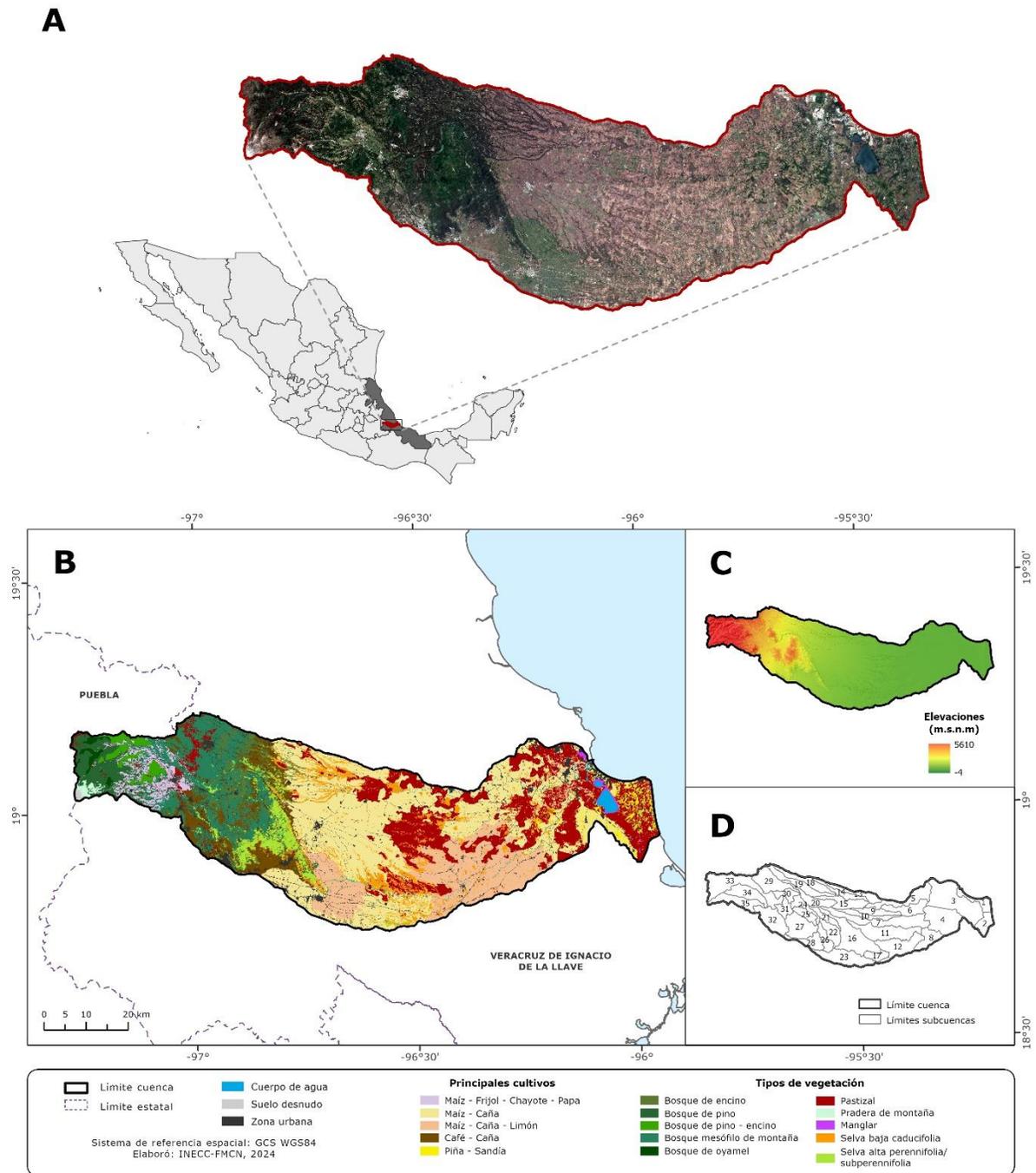


Fig. 7. Cuenca del Río Jamapa, Veracruz. A) Localización e imagen satelital (Google Earth, 2024). B) Mapa de uso de suelo y vegetación. C) Modelo Digital de Elevación (INEGI, 2013a). D) Delimitación de las subcuencas (FIRCO-UAQ, 2005)

3.1.4. Tipos de suelo

El tipo de suelo que predomina en la cuenca del RJ es el vertisol, que cubre el 34.77% de la superficie. Este suelo mineral se caracteriza por su alto contenido de arcillas expandibles, que generan grietas debido a su expansión y contracción en respuesta a los periodos de lluvias y sequía. Su origen está relacionado con la formación de minerales secundarios a partir de los materiales transportados por los ríos del Eje Neovolcánico, depositados sobre lechos lacustres, zonas de inundación periódica o riberas. Aunque presenta alta fertilidad, su dureza durante el estiaje dificulta su manejo.

El leptosol, que ocupa el 32.43% de la superficie, se caracteriza por su baja profundidad y elevada pedregosidad, lo que lo hace altamente susceptible a la erosión. Se encuentra principalmente en terrenos de fuerte pendiente topográfica, y su uso predominante es como agostadero.

El andosol, presente en el 15.32% de la cuenca, corresponde a un suelo oscuro y frágil, cuya distribución está asociada a paisajes volcánicos. Se origina a partir de eyecciones volcánicas ricas en vidrio y posee propiedades favorables para el cultivo y la retención de agua.

Otros suelos presentes en menor proporción incluyen los phaeozems (8.89%), caracterizados por su color oscuro, estructura porosa y alto contenido de materia orgánica, desarrollados sobre terrenos generalmente planos; los luvisoles (5.34%), vinculados a depósitos aluviales sobre materiales no consolidados, y susceptibles a la erosión y arenosoles (1.06%), suelos arenosos y poco desarrollados, asociados a depósitos recientes como dunas y tierras de playa (INEGI, 2013b) (Fig. 8).

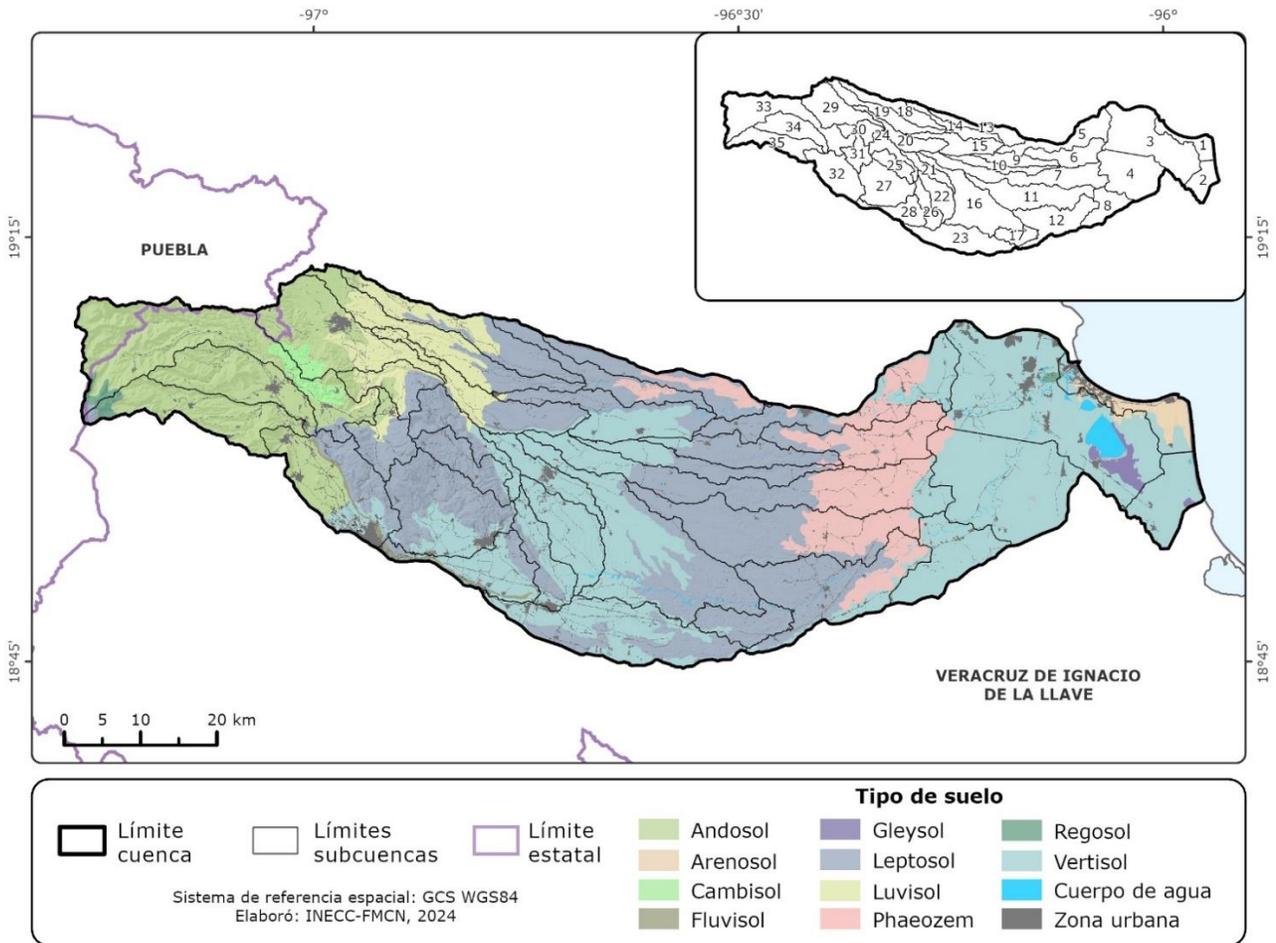


Fig. 8. Tipos de suelo en la cuenca del Río Jamapa.

3.1.5. Clima

El clima es el término que describe en forma estadística las condiciones meteorológicas calculadas sobre un periodo de tiempo, comúnmente de 30 años (WMO, 2022). Específicamente, se define como la sucesión periódica y cíclica de estados de tiempo atmosférico que se producen en una determinada región. Este sistema climático está en constante cambio debido a las interacciones entre la atmósfera, la hidrósfera, la criósfera, la superficie de la tierra y la biósfera. El sistema climático evoluciona con el tiempo bajo la influencia de su propia dinámica interna, por forzamientos externos como las erupciones volcánicas, las variaciones solares y por los forzamientos inducidos por el ser humano, a través de cambios en la composición de la atmósfera y cambios en el uso de la tierra (IPCC, 2001).

Por otra parte, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), define el cambio climático como el: *“cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”*, así la CMNUCC diferencia, entre el cambio climático atribuible a las actividades humanas que alteran la composición atmosférica y la variabilidad climática atribuible a causas naturales (IPCC, 2018).

El alcance de los efectos del cambio climático en las distintas regiones del planeta variará con el tiempo, así como la capacidad de adaptarse de los diferentes sistemas sociales y ambientales (IPCC, 2007), por lo que es necesario desarrollar medidas y acciones de adaptación, para disminuir la vulnerabilidad al cambio climático de los diferentes sistemas. Ante esta situación, se requiere que los tomadores de decisiones aumenten sus capacidades de conocimiento y comprensión de la información climática, para que la integren como una herramienta de apoyo fundamental en las decisiones (INECC, 2022).

En este contexto, el PAMIC de la cuenca RJ incorpora la siguiente descripción general del clima (línea base), para posteriormente, comparar estadísticamente los resultados con **escenarios de cambio climático**. El clima de línea base se analizó considerando la información de 51 estaciones meteorológicas (9 estaciones en operación y con registros climatológicos de mínimo 30 años) ubicadas dentro y en una zona de influencia de 10 km desde de los límites de la cuenca (SMN, 2023) (Tabla 4, Fig. 9 y 10).

Tabla 4. Estaciones climatológicas dentro de la zona de influencia de la cuenca del Río Jamapa.

ID	Clave	Estado	Estación meteorológica	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)	Periodo de registros
1	21025	Suspendida	Chilchotla (CFE)	19.255	-97.1828	2,194	1964-1997
2	21067	Operando	Quimixtlán	19.2636	-97.1481	2,346	1964-2021
3	30042	Suspendida	Chilapa	18.9833	-97.15	2,123	1956-1985

ID	Clave	Estado	Estación meteorológica	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)	Periodo de registros
4	30181	Suspendida	Tetelzingo	19.0533	-97.1333	2,216	1965-1986
5	30177	Suspendida	Tenampa (CFE)	19.2517	-96.8825	1,015	1964-2005
6	30187	Operando	Totutla	19.2125	-96.9639	1,446	1959-2021
7	30052	Suspendida	Elotepec (CFE)	19.1867	-97.0394	1,030	1964-1997
8	30017	Suspendida	Boca de Sochiapa	19.1919	-96.9386	41	1954-1980
9	30066	Suspendida	Huatusco de Chicuellar	19.15	-96.9597	1,284	1907-2001
10	30342	Operando	Centro Regional Huatusco	19.1467	-96.95	1,186	1980-2021
11	30032	Suspendida	Coscomatepec (SMN)	19.0717	-97.0461	1,530	1947-2008
12	30206	Suspendida	Coscomatepec (DGE)	19.07	-97.0283	1,473	1961-1985
13	30072	Suspendida	Ixhualán del Café	19.05	-96.9861	1,350	1945-2012
14	30164	Suspendida	Sumidero	18.9069	-97.0222	1,077	1961-1976
15	30061	Suspendida	Fortín de las Flores	18.9028	-96.9972	1,020	1961-1989
16	30030	Suspendida	Heroica Córdoba (OBS)	18.9033	-96.9272	864	1981-1970
17	30330	Suspendida	Heroica Córdoba (SMN)	18.8833	-96.9167	803	1978-1984
18	30151	Suspendida	San Miguelito	18.8639	-96.9181	781	1952-1987
19	30115	Suspendida	Naranjal (CFE)	18.8139	-96.9622	697	1958-2011
20	30036	Suspendida	Cuichapa	18.7708	-96.8694	571	1948-1983
21	30047	Suspendida	El Coyol (CFE)	19.1722	-96.6964	545	1964-2009
22	30296	Suspendida	Ejido La Defensa	19.0181	-96.7917	651	1975-1990
23	30297	Suspendida	Ejido Mata de Varas	19.0194	-96.6708	440	1975-1990
24	30364	Operando	Villa Tejada	19.0222	-96.6139	348	1982-2021
25	30225	Suspendida	Paso del Macho	18.975	-96.7139	485	1942-1963
26	30145	Suspendida	San Alejo	18.9333	-96.7517	454	1970-1988
27	30155	Suspendida	Santa Anita	18.92	-96.81	826	1970-1990
28	30295	Suspendida	Campamento Progreso	18.9053	-96.6761	340	1975-1990
29	30308	Suspendida	Ingenio Central Progreso	18.9	-96.6833	340	1976-1985
30	30316	Suspendida	Juan José Baz	18.8319	-96.7986	515	1977-1980
31	30037	Operando	Cuitláhuac	18.8114	-96.72	368	1964-2017
32	30272	Suspendida	Paso Nacional	18.7833	-96.7167	341	1973-1980
33	30259	Suspendida	San José de Abajo	18.7753	-96.7783	396	1973-1977
34	30156	Suspendida	Santa Inés	18.7567	-96.7914	402	1963-1973
35	30119	Suspendida	Omealca	18.7472	-96.7861	423	1951-1980
36	30105	Suspendida	Mata Tenatito	18.7222	-96.6625	256	1956-1988
37	30104	Suspendida	Mata Anona (CFE)	19.1631	-96.4958	214	1964-1997
38	30018	Suspendida	El Buzón	19.1569	-96.3506	34	1961-1988
39	30192	Operando	Veracruz (OBS)	19.1611	-96.1369	19.5	1981-2014
40	30101	Operando	Manlio Fabio Altamirano	19.0944	-96.3389	44	1945-2021
41	30163	Suspendida	Soledad de Doblado	19.0458	-96.425	94	1924-2010

ID	Clave	Estado	Estación meteorológica	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)	Periodo de registros
42	30056	Operando	El Tejar	19.0672	-96.1583	10	1961-2021
43	30468	Operando	Paso del Toro	19.0375	-96.1347	10	2004-2018
44	30324	Suspendida	La Posta	19.0139	-96.1389	16	1977-1984
45	30048	Operando	El Copital	18.9667	-96.205	14	1961-2017
46	30094	Suspendida	Los Capulines	18.8567	-96.2911	54	1955-2007
47	30019	Suspendida	Camelpo	18.7389	-96.4556	50	1961-2007
48	30123	Suspendida	Palo Gacho	18.7486	-96.3319	67	1961-1980
49	30086	Suspendida	La Victoria	18.7667	-96.25	45	1966-1980
50	30133	Suspendida	Presa Otapa	18.6833	-96.4333	71	1967-1982
51	30136	Suspendida	Puente Jula	19.1961	-96.3439	63	1951-2011

La temperatura media anual de la cuenca RJ oscila entre -1.9 y 26.4°C , con un valor promedio de 22.6°C . En los meses de mayo, junio y julio se registran las temperaturas más elevadas, mientras que, las temperaturas más bajas predominan en diciembre, enero y febrero. La precipitación anual acumulada oscila entre 2,442 y 898 mm, con una media anual de 1,512 mm. El periodo con mayor precipitación es de junio a septiembre, mientras que los meses más secos van de diciembre a marzo. Los valores más altos de precipitación media anual ($>2,000$ mm/año) se registran en la zona de sierra del Eje Neovolcánico en la parte media-alta de la cuenca, principalmente sobre las subcuencas de La Palma, San José Tenejapa, General Miguel Alemán (Potrero Nuevo) y Ocotitlán, disminuyendo hacia el este sobre la llanura costera y hacia el oeste en elevaciones más altas. La evapotranspiración potencial media anual es de 1,487 mm, con un valor máximo en el mes de mayo (226 mm), y un valor mínimo durante el mes de septiembre (0.16mm) (UNIATMOS-UNAM, 2020) (Fig. 9).

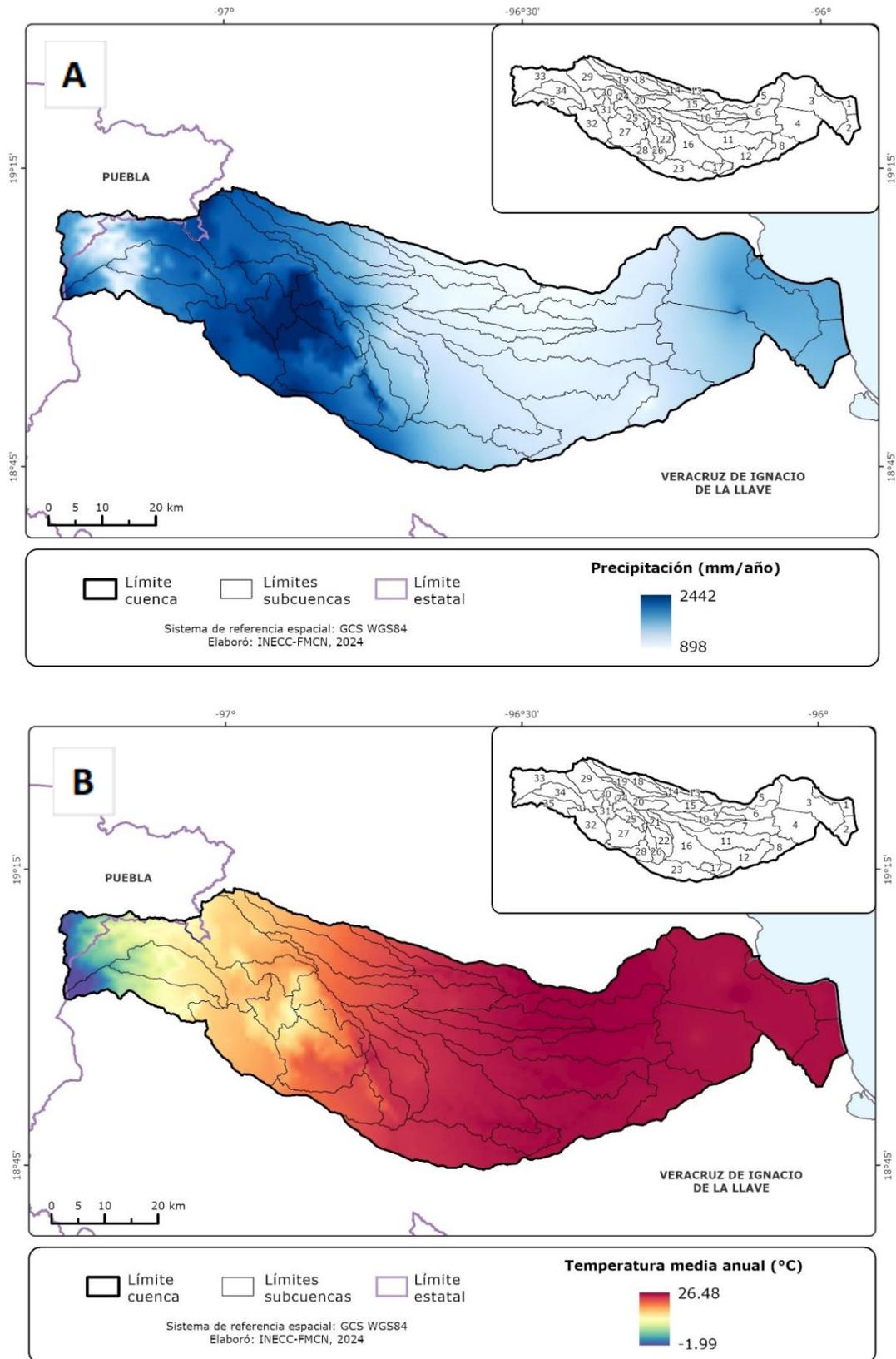


Fig. 9. Mapas de línea base. A) Precipitación y B) Temperatura media anual en la cuenca del Río Jamapa. (UNIATMOS-UNAM, 2020).

En la cuenca RJ se distribuyen ocho variaciones climáticas, las cuales se pueden clasificar en seis tipos de clima: cálido húmedo (2.81%), cálido subhúmedo (69.03%), semicálido subhúmedo (19.74%), semifrío subhúmedo (1.49%), templado húmedo (6.45%) y frío (0.38%) con base en la clasificación climática de Köppen modificada por García (1964) (Tabla 5 y Fig. 10).

El clima cálido subhúmedo, que cubre el 69.03% del área total es el más extendido y se encuentra por toda la llanura costera de la cuenca. Le sigue el clima semicálido húmedo (19.74%) que predomina sobre los valles y laderas del Eje Neovolcánico; el clima templado húmedo (6.45%) que abarca las zonas montañosas de la parte alta de la cuenca y el clima cálido húmedo (2.81%) que se concentra sobre la llanura de las subcuencas General Miguel Alemán (Potrero Nuevo) (ID. 27) y San Rafael Río Seco (ID. 28). Las menores extensiones corresponden a los climas semifrío húmedo y frío (1.49% y 0.38%, respectivamente), ambos localizados predominantemente en las zonas montañosas del Pico de Orizaba.

Tabla 5. Variables climáticas y tipos de clima en la cuenca del Río Jamapa.

Tipo climático	Clave	Área (km ²)	Porcentaje (%)
Cálido húmedo	Am	110.13	2.81
Cálido subhúmedo	Aw0(w)	72.01	1.84
	Aw1(w)	1,680.21	42.88
	Aw2(w)	953.18	24.32
Semicálido húmedo	(A)C(fm)	302.45	7.72
	(A)C(m)	471.46	12.03
Semifrío subhúmedo	C(E)(w2)(w)	58.50	1.49
Templado húmedo	C(m)	252.86	6.45
Frío	E(T)H	15.23	0.39

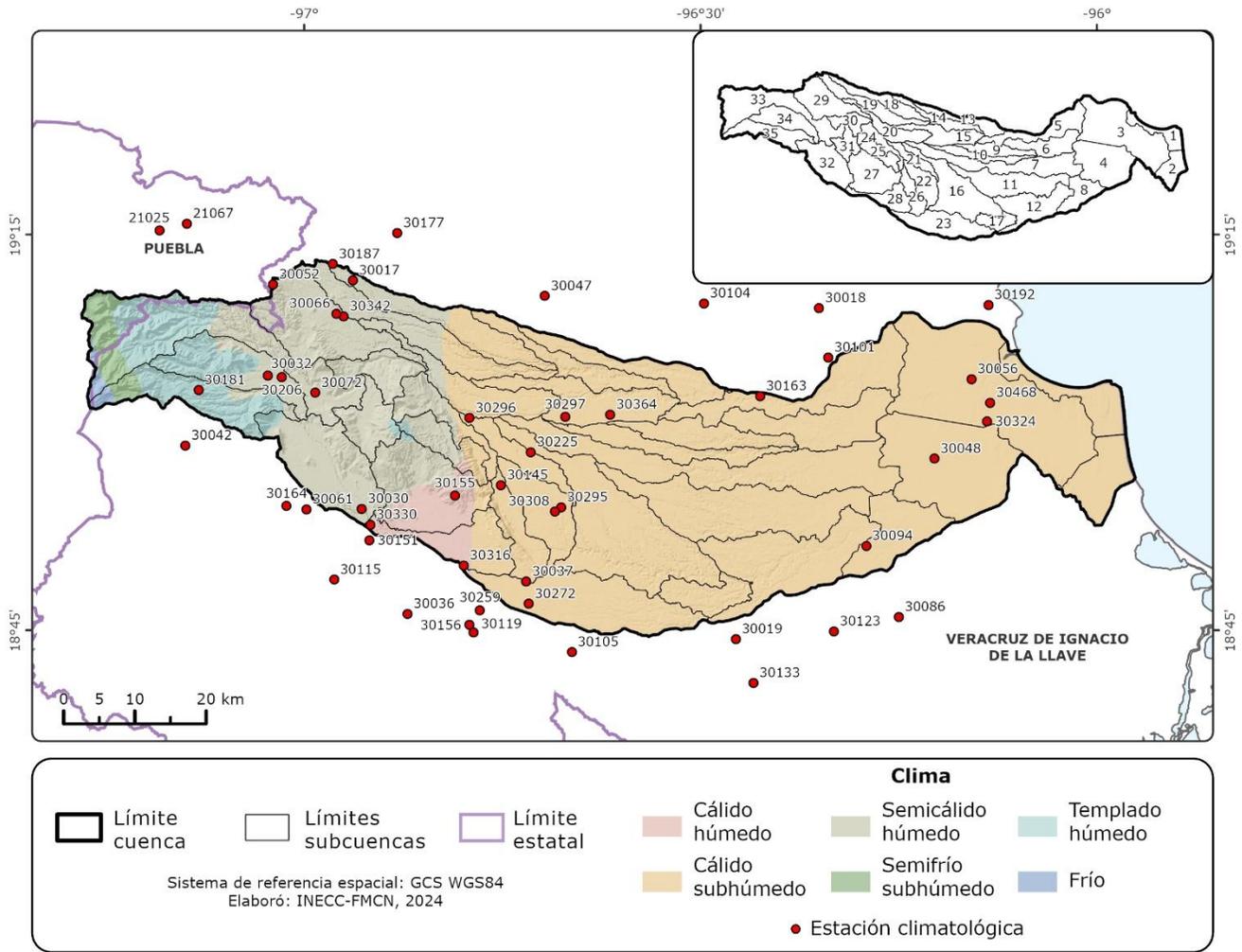


Fig. 10. Localización de las estaciones climatológicas y distribución de los tipos de climas presentes en la cuenca del Río Jamapa (SMN, 2022).

3.2. Caracterización socio-económica

Los servicios ecosistémicos (SE) se identifican por los diferentes beneficios directos e indirectos que tienen efectos en la calidad de vida de las personas. Por lo tanto, un SE solo existe si estos beneficios son percibidos o utilizados por las personas. Esta percepción o uso de los diferentes SE dependerá de una diversidad de factores como las características socio-económicas, reglas y acuerdos políticos, actividades productivas, preferencias y contexto socio-cultural (Peh et al., 2013).

Los cambios en el uso y la distribución de los SE suelen tener diferentes impactos en las personas usuarias o beneficiarias dependiendo de su ubicación en la cuenca y la manera en la que utilizan o se benefician de estos SE. Estas diferencias son uno de los aspectos más importantes en cualquier evaluación de SE para poder promover la distribución equitativa de los mismos, tomando en consideración que cualquier intervención en el territorio o en el manejo de los recursos naturales,

podría impactar de forma positiva o negativa en el bienestar de las personas usuarias o beneficiarias que se distribuyen en la cuenca.

Considerando lo anterior, en esta sección se presenta una caracterización general de la población asentada en la cuenca RJ. Además, se describen los resultados de un Índice de Caracterización Socioeconómica (ICSE) y de brecha de género que integra diversas variables demográficas, sociales y económicas a partir de análisis estadísticos. La información se describe a nivel de subcuenca o municipio, de acuerdo con el grado de agregación de los datos disponibles.

3.2.1. Población

La población total de la cuenca RJ es de aproximadamente 715,803 personas distribuidas en un total de 1,532 localidades, en las cuales, poco más de la mitad de la población (53.7%) se concentra en 48 localidades urbanas (INEGI, 2020). El resto de las personas (46.3%) reside en 1,484 localidades rurales. A nivel de subcuenca, catorce de ellas registran el total de su población en localidades rurales: Loma bonita, La Matamba (Higuera de las Raíces), El Zacatal, La Capilla, Rincón de Barrabas, La Mestiza, Mata Tejón, El Jobo (Jobo viejo), Ejido El jobo (Jobo Nuevo), Cerro Alto, San José Balsa Camarón (La Colmena), San José Tenejapa, Ixcatla, Ocotitlán (Fig. 11).

La densidad poblacional promedio de la cuenca es de 182.66 habitantes/km². Las dos subcuencas con mayor densidad poblacional son: Córdoba (902.42 habitantes/km²) y El Tejar (499.56 habitantes/km²). Respecto a la distribución de la población por sexo y etnicidad, el 51.40% son mujeres, 3.19% pertenece a población afroamericana o afrodescendiente y 0.48% es población que habla alguna lengua indígena (Tabla 6).

Tabla 6. Población total, sexo y etnicidad de la población por subcuenca en la cuenca del RJ (INEGI, 2020).

ID	Subcuenca	Población total	Población femenina (%)	Población masculina (%)	Población afro ¹ (%)	Población que habla lengua indígena ² (%)
1	Boca del Río	22,569	48.54	45.01	1.42	0.17
2	Loma Bonita	2,039	50.61	47.23	2.21	0
3	El Tejar	156,666	51.82	47.68	2.35	0.29
4	Los Robles	7,911	51.5	47.48	1.38	0.17
5	Soledad de Doblado	17,115	50.98	48.41	1.26	0.18
6	La Matamba (Higuera de las Raíces)	3,820	49.97	49.97	3.06	0.11
7	El Zacatal	6,350	48.8	50.06	8.58	0.15
8	La Capilla	3,883	50.27	47.8	3.14	0.55
9	Rincón de Barrabas	2,598	48.85	50.69	0.5	0.08
10	La Mestiza	1,068	49.25	49.16	2.34	0.1
11	Mata Tejón	5,117	49.62	49.31	0.21	0.1

ID	Subcuenca	Población total	Población femenina (%)	Población masculina (%)	Población afro ¹ (%)	Población que habla lengua indígena ² (%)
12	La Tinaja	9,516	50.5	48.57	1.17	0.28
13	El Jobo (Jobo viejo)	3,642	49.31	50.55	0.63	0.03
14	Ejido El jobo (Jobo Nuevo)	914	47.48	51.75	0.11	0
15	Camarón de Tejeda	6,685	50.29	48.51	0.13	0.06
16	Tamarindo	8,704	49.67	49.26	3.17	0.16
17	Cerro Alto	2,860	48.81	50.91	0.56	0.07
18	Boca del Monte	13,060	50.52	48.89	0.8	0.11
19	Chavaxtla	11,101	49.87	49.42	0.48	0.22
20	Tepatlaxco	8,185	49.85	49.73	0.59	0.08
21	Paso del macho	16,646	51.35	47.39	1.36	0.04
22	San José Balsa Camarón (La Colmena)	3,397	50.01	49.63	0.53	0.62
23	Loma Angosta	27,233	51.58	47.93	17.68	0.41
24	La Palma	5,511	49.41	49.99	0.42	0.13
25	San José Tenejapa	6,754	49.08	50.52	0.86	0.17
26	Cuitláhuac	15,493	51.73	48.06	7.03	0.45
27	General Miguel Alemán (Potrero Nuevo)	30,511	51.28	47.74	2.43	0.28
28	San Rafael Río seco	20,638	51.97	47.52	12.18	0.78
29	Huatusco de Chicuellar	56,402	52.31	47.44	2.15	1.45
30	Ixcatla	8,774	49.7	50.3	1.53	0.37
31	Ocotitlán	7,841	49.37	50.63	0.77	0.29
32	Córdoba	127,641	52.55	47.09	2.85	0.85
33	Ixhuatlán del Café	28,823	50.79	48.78	0.8	0.8
34	Coscomatepec de Bravo	38,428	52	47.69	1.84	0.2
35	Xocotla	27,908	50.88	49.08	5.36	0.05
Total de la cuenca		715,803	51.40	48.6	3.19	0.48

¹Población que se considera afromexicana o afrodescendiente.

²Población >3 años que habla alguna lengua indígena.

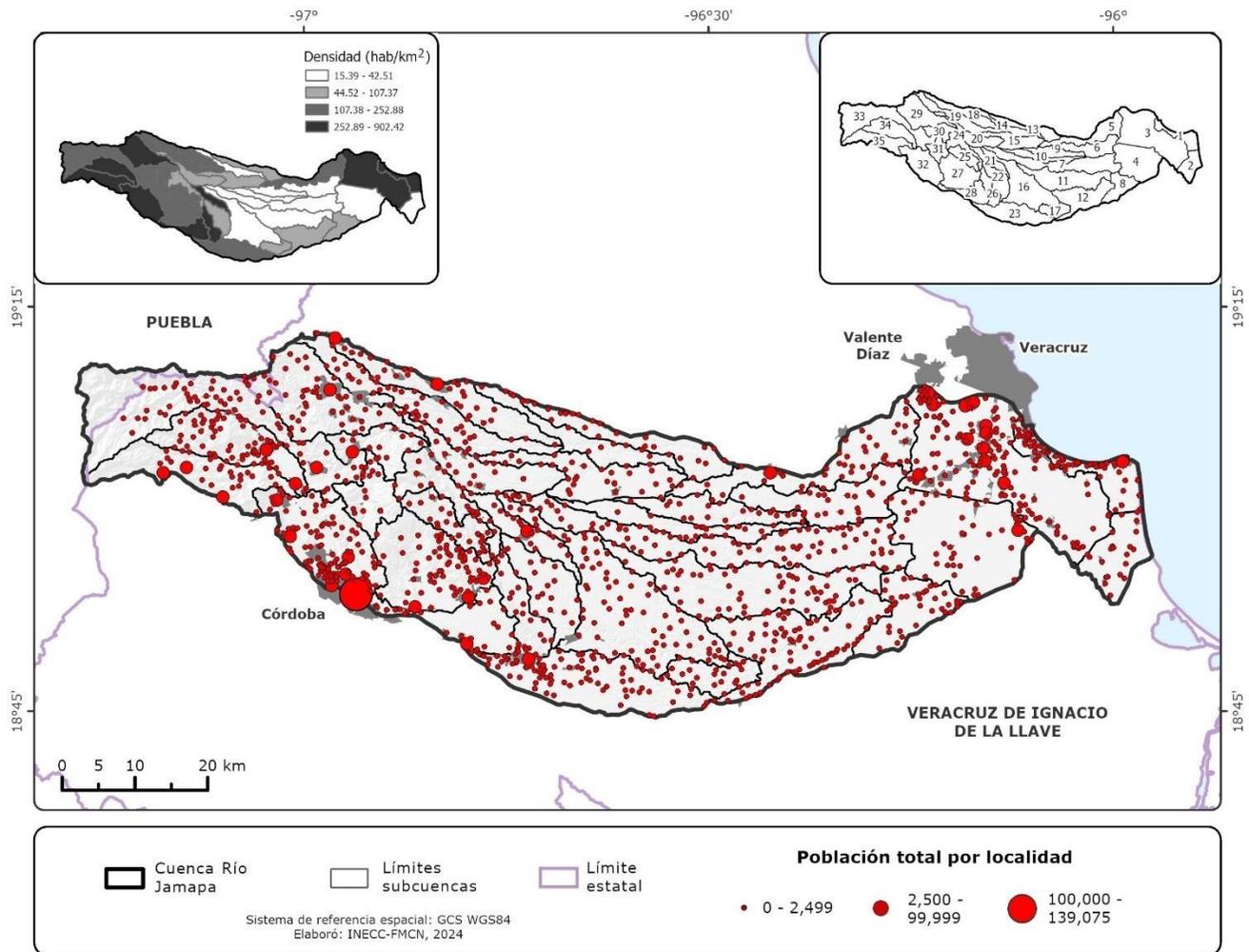


Fig. 11. Mapa de densidad poblacional y localidades ubicadas en la cuenca de la Región Jamapa (INEGI 2020).

3.2.2. Tenencia de la tierra

En la cuenca RJ se localizan 268 ejidos. La mayoría de estos núcleos agrarios se ubican en el municipio de Medellín. Los ejidos con mayor superficie son Matlaluca (29.84 km²) y La Laguna y Monde del Castillo (22.89 km²), ubicados en los municipios de Zentla y Santa Medellín, respectivamente (RAN, 2023) (Fig. 12, Tabla 7).

El IX Censo Ejidal (INEGI, 2007) registró un total de 36,930 personas ejidatarias que residen en la cuenca de RJ, de las cuales el 20% son mujeres. La desigualdad de género en la tenencia de la tierra también se expresa en los órganos de representación ejidales. De acuerdo con las estadísticas con perspectiva de género reportadas en el Registro Agrario Nacional (RAN, 2023) para el estado de Veracruz, solo el 23% de las personas integrantes de los órganos de representación de los núcleos agrarios son mujeres, de las cuales solo el 1.4% ocupa el puesto de la comisaría ejidal.

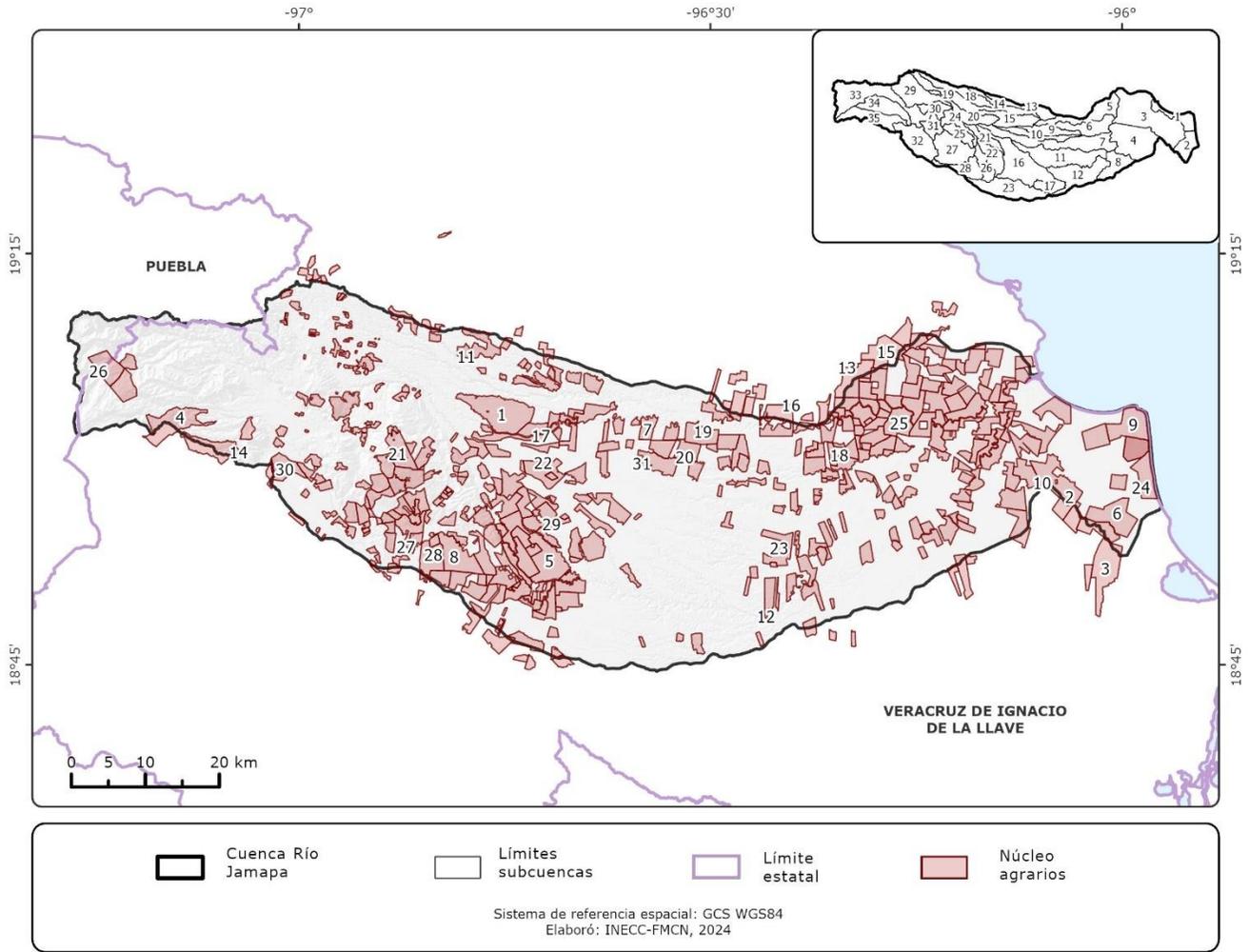


Tabla 7. Listado de núcleos agrarios ubicados en la cuenca Río Jamapa, cuya superficie dentro de la cuenca es mayor a 10 km² (RAN, 2022).

ID	Núcleo agrario	ID	Núcleo agrario
1	Matlaluca	17	La Piña y sus anexos La Maromilla y El Tigre
2	La Laguna y Monte del Castillo	18	Paso Solano y sus anexos
3	La Tuna	19	Plan de Oros y anexo Mata de Agua
4	Tetelcingo y su anexo Manzana de Cuyuchapa	20	Rincón de Barrabas
5	Paso Mulato	21	Álvaro Obregón
6	La Piedra	22	Actopan
7	Villa Tejeda	23	Loma Angosta y anexos
8	Potrero y anexos	24	El Bayo
9	Punta de Anton Lizardo	25	La Brecha
10	Paso del Toro	26	El Nuevo Jacal
11	Boca del Monte	27	Paraje Nuevo
12	Cotaxtla y anexos	28	Potrero Viejo
13	Manlio Fabio Altamirano	29	San José Balsa Camarón

ID	Núcleo agrario	ID	Núcleo agrario
14	Xocotla	30	Chocamán
15	Mata Loma y anexos	31	La Mestiza
16	Villa de Soledad de Doblado		

3.2.3. Delimitación municipal y unidades económicas

La cuenca RJ está conformada por 33 municipios, que se ubican de manera parcial o total dentro de los límites de la cuenca. Los municipios que representan el mayor porcentaje de la superficie dentro de la cuenca son: Cotaxtla (11.48%) y Paso del Macho (10.18%) (INECC-FGM, 2018). En contraste, Chilchotla y Chalchicomula de Sesma representan menos del 1% de la superficie total (Fig. 13, Tabla 8).

Tabla 8. Municipios ordenados con base en el porcentaje que ocupan dentro de los límites de la cuenca Río Jamapa. Pue: Puebla. Ver: Veracruz.

No.	Estado	Clave	Municipio	Superficie de la cuenca (km ²)	Porcentaje municipal dentro de la cuenca (%)	Porcentaje de la cuenca (%)
1	Ver.	049	Cotaxtla	449.74	84.06	11.48
2	Ver.	125	Paso del Macho	398.81	100.00	10.18
3	Ver.	105	Medellín de Bravo	338.64	85.63	8.64
4	Ver.	031	Carrillo Puerto	248.61	100.00	6.34
5	Ver.	148	Soledad de Doblado	233.20	56.32	5.95
6	Ver.	071	Huatusco	194.43	96.31	4.96
7	Ver.	011	Alvarado	190.53	23.14	4.86
8	Ver.	200	Zentla	177.18	100.00	4.52
9	Ver.	029	Calchahualco	133.13	99.80	3.40
10	Ver.	090	Jamapa	131.50	100.00	3.36
11	Ver.	047	Coscomatepec	130.63	83.02	3.33
12	Ver.	080	Ixhuatlán del Café	128.77	100.00	3.29
13	Ver.	044	Córdoba	127.26	79.97	3.25
14	Ver.	007	Camarón de Tejeda	123.48	100.00	3.15
15	Ver.	021	Atoyac	122.29	100.00	3.12
16	Ver.	043	Comapa	120.12	38.83	3.07
17	Ver.	053	Cuitláhuac	92.02	61.47	2.35
18	Ver.	100	Manlio Fabio Altamirano	91.33	37.14	2.33
19	Ver.	008	Alpatláhuac	70.53	100.00	1.80
20	Ver.	165	Tepatlxco	59.90	100.00	1.53
21	Ver.	014	Amatlán de los Reyes	58.42	38.74	1.49
22	Pue.	179	Tlachichuca	51.20	12.21	1.31
23	Ver.	196	Yanga	48.97	55.95	1.25
24	Ver.	062	Chocamán	34.36	77.91	0.88
25	Ver.	193	Veracruz	29.56	12.02	0.75
26	Ver.	068	Fortín	21.68	35.59	0.55

No.	Estado	Clave	Municipio	Superficie de la cuenca (km ²)	Porcentaje municipal dentro de la cuenca (%)	Porcentaje de la cuenca (%)
27	Ver.	028	Boca del Río	19.37	51.12	0.49
28	Ver.	186	Tomatlán	18.69	100.00	0.48
29	Ver.	146	Sochiapa	16.25	100.00	0.41
30	Pue.	050	Chichiquila	13.06	12.01	0.33
31	Ver.	181	Tlaxicoyan	3.86	0.42	0.10
32	Pue.	058	Chilchotla	0.03	0.02	0.001
33	Pue.	045	Chalchicomula de Sesma	0.003	0.0008	0.0001

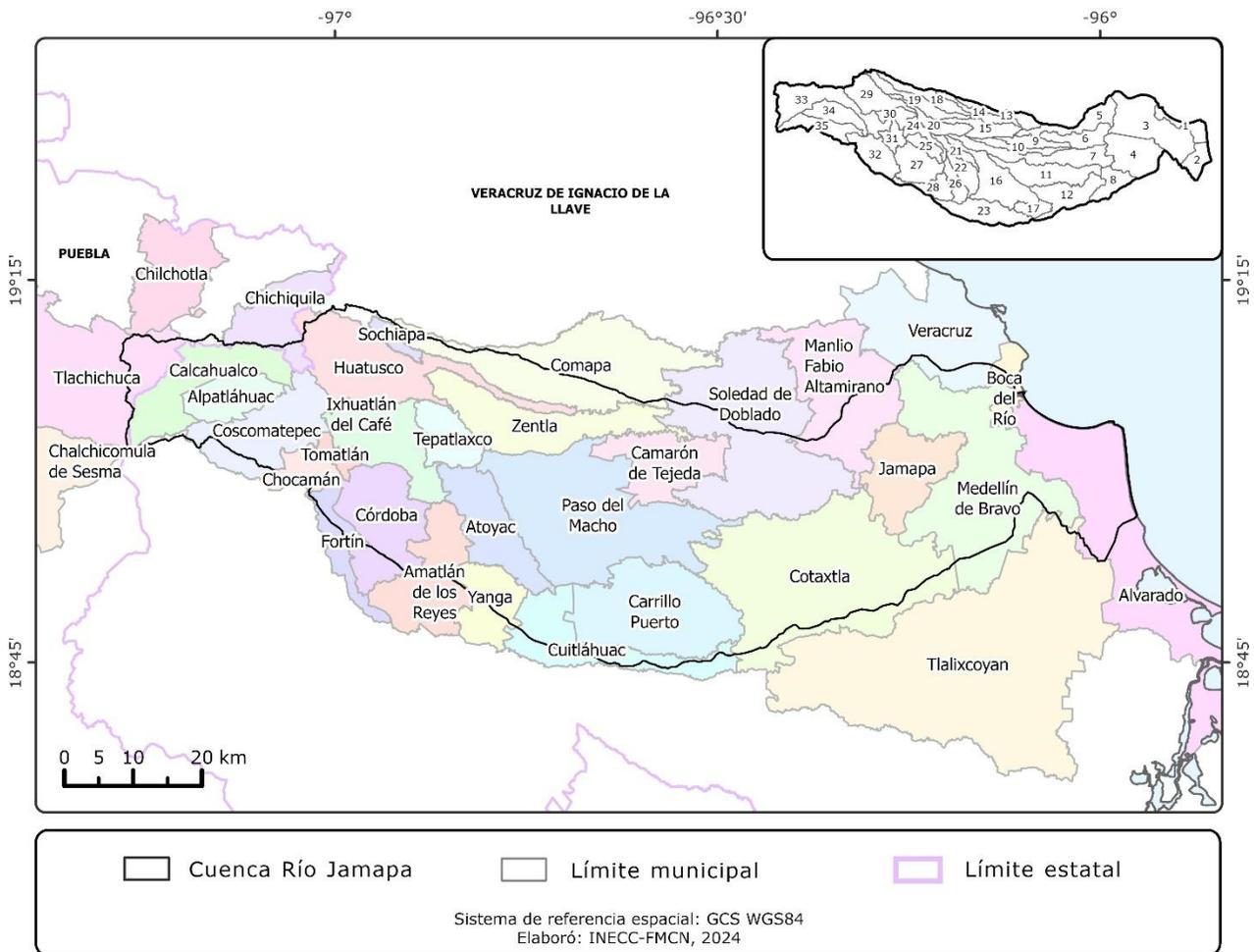


Fig. 13. Mapa de municipios con incidencia en la cuenca Río Jamapa.

El sector económico con mayor presencia en la cuenca RJ, considerando el número de unidades económicas, es el del comercio al por menor. Por su parte, las actividades de agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza registran 73 unidades económicas (DENUE, INEGI, 2022) (Tabla 9).

Tabla 9. Número de unidades económicas por sector y cantidad de personas empleadas en la cuenca del Río Jamapa (INEGI, 2022). Los sectores se presentan ordenados de mayor a menor de acuerdo con el total.

Actividades económicas	Cantidad de personas empleadas							Total
	0 a 5	6 a 10	11 a 30	31 a 50	51 a 100	101 a 250	> 251	
Comercio al por menor (sector 46)	10,698	338	254	25	16	11	1	11,343
Otros servicios excepto actividades gubernamentales (sector 81)	3,742	122	62	7	0	0	0	3,933
Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas (sector 72)	3,635	197	80	12	6	0	1	3,931
Industrias manufactureras (sector 31-33)	2,119	110	49	14	7	4	5	2,308
Servicios de salud y de asistencia social (sector 62)	897	110	66	4	3	2	3	1,085
Servicios educativos (sector 61)	261	150	239	26	25	9		710
Comercio al por mayor (sector 43)	550	71	54	5	8	4	0	692
Servicios profesionales, científicos y técnicos (sector 54)	463	37	17	3	0	0	1	521
Servicios financieros y de seguros (sector 52)	285	73	55	10	2	1	0	426
Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos (sector 71)	322	27	5	1	3	0	0	358
Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles (sector 53)	280	8	7	3	3	1	0	302
Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación (sector 56)	277	7	9	0	5	2	0	300
Actividades legislativas, gubernamentales, de impartición de justicia y de organismos internacionales y extraterritoriales (sector 93)	149	59	44	14	15	10	5	296
Transportes, correos y almacenamiento (sector 48-49)	72	31	35	8	5	7	1	159
Información en medios masivos (sector 51)	79	14	10	3	0	0	0	106
Construcción (sector 23)	19	13	33	7	1	2	0	75
Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza (sector 11)	41	10	14	7	1	0	0	73
Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final (sector 22)	20	8	10	0	3	0	1	42
Minería (sector 21)	3	2	1	0	0	0	0	6
Total	23,912	1,387	1,044	149	103	53	18	26,666

3.2.4. Actividades ganaderas y de aprovechamiento forestal a nivel municipal

De acuerdo con el Marco Censal Agropecuario (INEGI, 2016), el municipio de Jamapa encabeza la lista con una superficie total de 95.16 km² (801 terrenos) destinada a actividades ganaderas, lo que representa el 72.36% del área municipal. Le sigue Tlaxicoyan con 4,555 terrenos que se distribuyen en una superficie de 647.12 km² (70.79% del municipio). Este último también es el municipio con el mayor número de terrenos ganaderos (4,555). En contraste, 16 de los 33 municipios con incidencia en la cuenca del RJ registran menos del 8% de superficie destinada a actividades ganaderas (Tabla 10). En todos los municipios predomina la ganadería de bovinos en posesión de pequeños y medianos productores (INEGI, 2016).

Tabla 10. Número de terrenos y superficie total con actividad ganadera predominante por municipio, sin diferenciar el tipo de ganadería (INEGI, 2016). El orden de los municipios se presenta de mayor a menor de acuerdo con el porcentaje.

Municipio	No. de terrenos	Superficie total (km ²)	Porcentaje de la superficie total del municipio (%)
Jamapa	801	95.16	72.36
Tlaxicoyan	4,555	647.12	70.79
Medellín de Bravo	1,616	246.59	62.35
Cotaxtla	1,288	332.99	62.24
Alvarado	2,294	481.21	58.44
Soledad de Doblado	1,605	196.82	47.53
Manlio Fabio Altamirano	992	92.38	37.57
Comapa	342	104.00	33.62
Veracruz	812	72.36	29.43
Camarón de Tejeda	123	30.72	24.88
Boca del Río	34	8.85	23.36
Cuitláhuac	76	34.65	23.15
Zentla	138	35.73	20.17
Carrillo Puerto	159	38.67	15.56
Paso del Macho	172	60.72	15.22
Huatusco	381	29.97	14.85
Coscomatepec	409	19.32	12.28
Alpatláhuac	179	5.56	7.89
Sochiapa	5	0.54	3.31
Tomatlán	14	0.42	2.27
Chocamán	41	0.91	2.07
Chichiquila (Puebla)	69	1.44	1.32
Amatlán de los Reyes	13	1.59	1.06
Tepatlxco	8	0.56	0.94
Fortín	20	0.52	0.86
Tlachichuca (Puebla)	101	3.57	0.85
Ixhuatlán del Café	59	0.99	0.77
Córdoba	23	0.69	0.43
Calchualco	24	0.54	0.40

Municipio	No. de terrenos	Superficie total (km ²)	Porcentaje de la superficie total del municipio (%)
Atoyac	8	0.49	0.40
Yanga	8	0.17	0.19
Chilchotla (Puebla)	17	0.08	0.06
Chalchicomula de Sesma (Puebla)	4	0.04	0.01
TOTAL	16,390	2,545.39	

En la cuenca del RJ se registran 26 municipios con superficies destinadas a actividades forestales. El municipio de Calchualco, con 806 terrenos y una superficie total de 41.57 km², es el que tiene el mayor porcentaje de superficie municipal destinada al aprovechamiento forestal (31.16%), seguido de Alpatláhuac con 259 terrenos y una superficie de 15.09 km², equivalente al 21.40% del municipio. El resto de los municipios con incidencia en la cuenca destinan menos del 6.41% de su superficie a la actividad forestal.

La Tabla 11 presenta datos sobre el número de terrenos y la superficie total destinada a la actividad forestal por municipio sin diferenciar entre los tipos de especies forestales aprovechadas. Los municipios se muestran ordenados de mayor a menor de acuerdo con el porcentaje de su superficie total dedicada a esta actividad.

Tabla 11. Número de terrenos y superficie total destinada principalmente a la actividad forestal por municipio (INEGI, 2016).

Municipio	No. de terrenos	Superficie total (km ²)	Porcentaje de la superficie total del municipio (%)
Calchahuaco	806	41.57	31.16
Alpatláhuac	259	15.09	21.40
Coscomatepec	663	10.09	6.41
Huatusco	109	8.08	4.00
Córdoba	10	3.10	1.95
Chichiquila (Puebla)	71	2.10	1.93
Chilchotla (Puebla)	219	2.45	1.69
Atoyac	5	1.20	0.98
Chalchicomula de Sesma (Puebla)	4	3.36	0.87
Manlio Fabio Altamirano	55	1.99	0.81
Tlachicuca (Puebla)	163	2.09	0.50
Ixhuatlán del Café	43	0.61	0.48
Medellín de Bravo	31	1.56	0.40
Tepatlaxco	4	0.11	0.18
Soledad de Doblado	21	0.57	0.14
Carrillo Puerto	1	0.48	0.12
Yanga	3	0.08	0.09
Tlalixcoyan	21	0.80	0.09
Cuitláhuac	2	0.09	0.06
Cotaxtla	5	0.18	0.03
Paso del Macho	1	0.10	0.03
Amatlán de los Reyes	2	0.04	0.03
Jamapa	1	0.01	0.01
Comapa	2	0.03	0.01
Chocamán	2	0.00	0.01
Veracruz	2	0.02	0.01
TOTAL	2,505	95.73	

3.2.5. Vulnerabilidad de la ganadería al cambio climático

La Ley General de Cambio Climático define a la vulnerabilidad como “el grado en que los sistemas pueden verse afectados adversamente por el cambio climático, dependiendo de si éstos son capaces o incapaces de afrontar los impactos negativos del cambio climático, incluyendo la variabilidad climática y los eventos extremos”. La vulnerabilidad no sólo depende de las condiciones climáticas adversas, sino también de la capacidad de la sociedad de anticiparse, enfrentar, resistir y recuperarse de un determinado impacto (DOF, 2012a).

La vulnerabilidad (V) se define en función del carácter, magnitud y velocidad de la variación climática a la que se encuentra expuesto un sistema, su sensibilidad y su capacidad adaptativa (DOF, 2012a; IPCC, 2020):

$$V = E + S - CA$$

Donde:

Exposición (E) = amenazas climáticas que afectan al objeto vulnerable (actual y futura).

Sensibilidad (S) = condiciones susceptibles del objeto vulnerable.

Capacidad Adaptativa (CA) = capacidades institucionales para atender los impactos potenciales del cambio climático.

De acuerdo con los resultados reportados en el Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático (ANVCC, INECC, 2019), los municipios de Medellín de Bravo, Jamapa, Comapa, Fortín, Boca del Río, Tepatlaxco y Chilchotla presentan un grado alto de vulnerabilidad de la producción ganadera ante estrés hídrico o inundaciones (Tabla 12, Fig. 14). Aunque la capacidad adaptativa de estas localidades se clasifica como media o alta, la exposición y sensibilidad también es elevada. Esto se debe, en gran medida, a que muchas unidades de producción pecuaria se ubican en áreas propensas a inundaciones y enfrentan estrés hídrico durante la temporada de estiaje. Asimismo, los ríos Jamapa y Cotaxtla han sido clasificados como cauces de respuesta rápida, lo que implica una alta susceptibilidad a inundaciones súbitas durante eventos de precipitación extrema (Secretaría de Protección Civil del Estado de Veracruz, 2023).

Tabla 12. Vulnerabilidad general de la producción ganadera extensiva ante estrés hídrico e inundaciones con base en los resultados del ANVCC (INECC, 2019).

Vulnerabilidad	Municipio	Exposición	Sensibilidad	Capacidad adaptativa	Grado de vulnerabilidad
Vulnerabilidad de la producción forrajera ante estrés hídrico	Cotaxtla	Alto	Muy alto	Alto	Alto
	Paso del Macho	Medio	Medio	Bajo	Medio
	Medellín de Bravo	Medio	Muy alto	Muy alto	Alto
	Carrillo Puerto	Medio	Alto	Alto	Alto
	Soledad de Doblado	Alto	Alto	Bajo	Alto
	Huatusco	Medio	Bajo	Alto	Medio
	Alvarado	Alto	Medio	Medio	Medio
	Zentla	Alto	Bajo	Bajo	Medio
	Calchahualco	Bajo	Bajo	Muy alto	Alto
	Jamapa	Alto	Muy alto	Alto	Alto
	Coscomatepec	Alto	Bajo	Muy alto	Medio
	Ixhuatlán del Café	Bajo	Bajo	Alto	Alto
	Córdoba	Medio	Bajo	Bajo	Medio
	Camarón de Tejeda	Alto	Alto	Bajo	Alto
	Atoyac	Bajo	Bajo	Muy alto	Alto
	Comapa	Medio	Medio	Medio	Alto
	Cuitláhuac	Medio	Bajo	Alto	Alto
	Manlio Fabio Altamirano	Alto	Muy alto	Bajo	Alto
	Alpatláhuac	Medio	Bajo	Muy alto	Alto
	Tepatlxco	Bajo	Bajo	Alto	Alto
	Amatlán de los Reyes	Medio	Bajo	Muy alto	Medio
	Tlachichuca	Alto	Bajo	Bajo	Bajo
	Yanga	Bajo	Medio	Alto	Alto
	Chocamán	Medio	Bajo	Muy alto	Alto
	Veracruz	Alto	Muy alto	Alto	Medio
	Fortín	Bajo	Bajo	Muy alto	Muy alto
	Boca del Río	Bajo	Alto	Alto	Muy alto
	Tomatlán	Medio	Bajo	Medio	Medio
	Sochiapa	Medio	Bajo	Medio	Medio
	Chichiquila	Medio	Bajo	Muy alto	Alto
Tlalixcoyan	Medio	Muy alto	Bajo	Alto	
Chilchotla	Bajo	Alto	Medio	Alto	
Chalchicomula de Sesma	Muy alto	Bajo	Bajo	Bajo	
Vulnerabilidad de la producción ganadera por inundaciones	Cotaxtla	Muy alto	Alto	Muy alto	Medio
	Paso del Macho	Alto	Medio	Bajo	Medio
	Medellín de Bravo	Muy alto	Alto	Alto	Medio
	Carrillo Puerto	Alto	Alto	Alto	Medio
	Soledad de Doblado	Alto	Alto	Alto	Medio
	Huatusco	Medio	Alto	Medio	Medio
	Alvarado	Muy alto	Alto	Muy alto	Medio
	Zentla	Alto	Medio	Medio	Medio
	Calchahualco	Sin evaluar	Sin evaluar	Sin evaluar	Sin evaluar
	Jamapa	Alto	Alto	Muy alto	Alto
	Coscomatepec	Alto	Alto	Medio	Medio
	Ixhuatlán del Café	Sin evaluar	Sin evaluar	Sin evaluar	Sin evaluar
	Córdoba	Sin evaluar	Sin evaluar	Sin evaluar	Sin evaluar

Vulnerabilidad	Municipio	Exposición	Sensibilidad	Capacidad adaptativa	Grado de vulnerabilidad
	Camarón de Tejeda	Alto	Medio	Alto	Medio
	Atoyac	Sin evaluar	Sin evaluar	Sin evaluar	Sin evaluar
	Comapa	Medio	Medio	Alto	Medio
	Cuitláhuac	Sin evaluar	Sin evaluar	Sin evaluar	Sin evaluar
	Manlio Fabio Altamirano	Alto	Alto	Medio	Medio
	Alpatláhuac	Sin evaluar	Sin evaluar	Sin evaluar	Sin evaluar
	Tepatlaxco	Bajo	Alto	Bajo	Alto
	Amatlán de los Reyes	Sin evaluar	Sin evaluar	Sin evaluar	Sin evaluar
	Tlachichuca	Alto	Alto	Medio	Medio
	Yanga	Sin evaluar	Sin evaluar	Sin evaluar	Sin evaluar
	Chocamán	Sin evaluar	Sin evaluar	Sin evaluar	Sin evaluar
	Veracruz	Alto	Alto	Alto	Medio
	Fortín	Bajo	Alto	Medio	Muy alto
	Boca del Río	Sin evaluar	Sin evaluar	Sin evaluar	Sin evaluar
	Tomatlán	Sin evaluar	Sin evaluar	Sin evaluar	Sin evaluar
	Sochiapa	Sin evaluar	Sin evaluar	Sin evaluar	Sin evaluar
	Chichiquila	Sin evaluar	Sin evaluar	Sin evaluar	Sin evaluar
	Tlaxicoyan	Muy alto	Alto	Alto	Medio
	Chilchotla	Bajo	Medio	Medio	Alto
	Chalchicomula de Sesma	Alto	Alto	Bajo	Medio
Vulnerabilidad de la producción ganadera ante estrés hídrico	Cotaxtla	Alto	Alto	Muy alto	Medio
	Paso del Macho	Alto	Medio	Alto	Medio
	Medellín de Bravo	Alto	Alto	Muy alto	Alto
	Carrillo Puerto	Alto	Alto	Alto	Medio
	Soledad de Doblado	Alto	Alto	Medio	Medio
	Huatusco	Alto	Medio	Medio	Bajo
	Alvarado	Alto	Medio	Muy alto	Medio
	Zentla	Alto	Medio	Medio	Bajo
	Calchahualco	Bajo	Medio	Medio	Medio
	Jamapa	Alto	Alto	Muy alto	Alto
	Coscomatepec	Alto	Medio	Medio	Bajo
	Ixhuatlán del Café	Bajo	Medio	Medio	Medio
	Córdoba	Alto	Medio	Bajo	Bajo
	Camarón de Tejeda	Alto	Medio	Medio	Bajo
	Atoyac	Bajo	Medio	Medio	Medio
	Comapa	Alto	Alto	Muy alto	Alto
	Cuitláhuac	Alto	Medio	Muy alto	Medio
	Manlio Fabio Altamirano	Alto	Alto	Medio	Medio
	Alpatláhuac	Medio	Medio	Medio	Medio
	Tepatlaxco	Medio	Medio	Bajo	Medio
Amatlán de los Reyes	Medio	Medio	Medio	Medio	
Tlachichuca	Alto	Medio	Medio	Bajo	
Yanga	Medio	Medio	Medio	Medio	
Chocamán	Medio	Medio	Medio	Medio	
Veracruz	Alto	Alto	Muy alto	Medio	
Fortín	Bajo	Alto	Medio	Alto	
Boca del Río	Medio	Alto	Muy alto	Alto	

Vulnerabilidad	Municipio	Exposición	Sensibilidad	Capacidad adaptativa	Grado de vulnerabilidad
	Tomatlán	Medio	Medio	Bajo	Bajo
	Sochiapa	Medio	Bajo	Medio	Medio
	Chichiquila	Medio	Medio	Medio	Medio
	Tlaxicoyan	Alto	Alto	Alto	Medio
	Chilchotla	Bajo	Alto	Medio	Alto
	Chalchicomula de Sesma	Muy alto	Medio	Bajo	Bajo

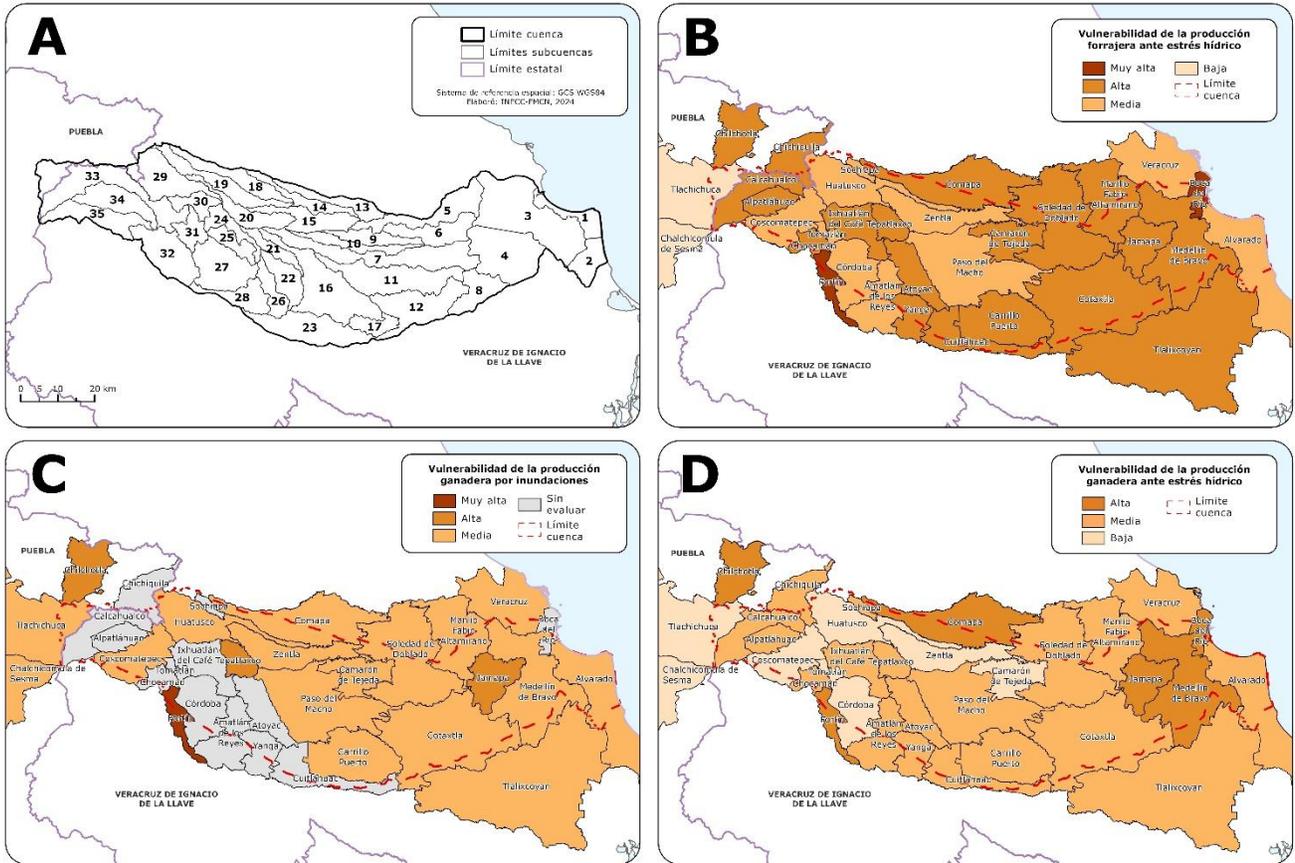


Fig. 14. Mapa de vulnerabilidad al cambio climático de la actividad ganadera en los municipios de la cuenca del Río Jamapa (INECC, 2019).

3.2.6. Índice de Caracterización Socioeconómica (ICSE) y de brecha de género

El ICSE se adaptó al enfoque de los PAMIC con base en las metodologías de Chakraborty et al., (2019); Estrada et al. (2020) y Haro et al. (2021). Los resultados del ICSE se complementan con la construcción de un índice de brecha de género calculado, el cual es una adaptación del índice de género del Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático (ANVCC, INECC, 2019).

Para la construcción del ICSE en la cuenca RJ, se seleccionaron indicadores de etnicidad, educación, características económicas, servicios de salud y vivienda derivados del censo poblacional y el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) (INEGI, 2022, 2020).

El índice de brecha de género analiza de manera general la magnitud de la desigualdad entre las mujeres y los hombres. Para ello, integra indicadores relacionados con el contexto sociodemográfico y económico publicados en el Censo de Población y Vivienda, la Encuesta Intercensal y el Censo Ejidal (INEGI, 2020, 2015, 2007). Ambos índices se relacionan con la problemática del cambio climático, ya que caracterizan las condiciones en las que se desarrollan las personas y que influyen en la construcción de la vulnerabilidad climática (INECC-IMTA-INMUJERES, 2019). Las descripciones de los indicadores incluidos para la construcción de cada uno de los índices se describen en la Tabla 13.

El ICSE y el índice de brecha de género simplifican la dimensión y las relaciones entre variables socioeconómicas determinadas a nivel municipal, a partir de pruebas estadísticas como el Análisis de Componentes Principales (PCA, por sus siglas en inglés). El PCA permite la identificación y selección de las variables socioeconómicas con mayor significancia estadística para posteriormente, asignar valores de 0 a 1 a través de una técnica de suma ponderada. Esta técnica asigna pesos proporcionales a cada municipio en función de su superficie dentro de la cuenca, lo que permite obtener una interpretación más precisa considerando la distribución territorial y la influencia de cada municipio en el conjunto de la cuenca RJ. Por lo tanto, **mayores valores en el ICSE y en el Índice de Brecha de Género (cerca de uno) representan condiciones socioeconómicas más desfavorables y mayor desigualdad de género, respectivamente, lo cual exacerba las condiciones de vulnerabilidad climática.**

La Figura 15 resume el proceso metodológico y geoespacial para el análisis e interpretación del ICSE con el uso de las herramientas ArcGIS Pro (ESRI, 2022) y el software R (R Core Team, 2024). Una descripción más detallada de las pruebas estadísticas, valores de interpretación, ecuaciones, recomendaciones y la justificación de las variables socioeconómicas seleccionadas en el ICSE se presenta en la guía metodológica de los PAMIC (INECC-FMCN, 2023).

Tabla 13. Descripción de indicadores de mayor significancia estadística para la cuenca Río Jamapa.

Indicador	Descripción	ICSE	Brecha de género
Etnicidad			
Población que habla alguna lengua indígena	Porcentaje de personas de 5 a 130 años de edad que hablan alguna lengua indígena y además no hablan español. En el caso del índice de brecha de género se utilizó la base de datos desagregada por sexo (porcentaje de personas de 3 a 130 años de edad) (INEGI, 2020).	◆	◆
Educación			
Población sin escolaridad	Porcentaje de personas de 15 a 130 años que no aprobaron ningún grado escolar o que sólo tienen nivel preescolar (INEGI, 2020).	◆	◆
Características económicas			
Población económicamente inactiva	Porcentaje de personas de 12 a 130 años de edad pensionadas o jubiladas; estudiantes; dedicadas a los quehaceres del hogar; que están incapacitadas permanentemente para trabajar; o no trabajan. (INEGI, 2020).	◆	◆
Trabajo no remunerado	Porcentaje de la población de 12 años y más que realizan trabajo no remunerado (INECC, 2015; INEGI, 2015)		◆
Unidades económicas (UE) con más de 250 personas empleadas	Las Unidades Económicas (UE) son unidades estadísticas que recopilan datos referentes a un tipo de actividad principal y producen bienes o servicios con o sin fines mercantiles, con acciones y recursos bajo control de una sola entidad propietaria o controladora (INEGI, 2014). De acuerdo con el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (INEGI, 2022) se considera al personal contratado directamente por la razón social y al personal ajeno suministrado por otra razón social, que trabajó para la UE con más de 250 personas empleadas, puede ser personal de planta, eventual remunerado o no remunerado.	◆	
Servicios de salud			
Población sin afiliaciones a servicios de salud	Porcentaje de personas que no están afiliadas a servicios médicos en ninguna institución pública o privada (INECC, 2015; INEGI, 2020, 2015).	◆	◆
Vivienda			
Ocupación de viviendas particulares	Número de personas que residen en viviendas particulares (p.ej. casa única en el terreno; casa que comparte terreno con otra(s); casa dúplex; departamento en edificio; vivienda en vecindad o cuartería; vivienda en cuarto de azotea de un edificio y viviendas sin información de ocupantes) divididas en el número de cuartos registrados (INEGI, 2020).	◆	
Viviendas con letrina (pozo u hoyo)	Porcentaje de viviendas particulares habitadas que disponen de letrina (pozo u hoyo) (INEGI, 2020).	◆	
Viviendas sin drenaje	Porcentaje de viviendas particulares habitadas que no disponen de drenaje (INEGI, 2020).	◆	
Viviendas sin bienes materiales	Porcentaje de viviendas particulares habitadas que no cuentan con refrigerador; lavadora; horno de microondas automóvil o camioneta; motocicleta o motoneta; bicicleta que se utilice como medio de transporte; algún aparato o dispositivo para oír radio; televisor; computadora, laptop o tablet; Internet; línea telefónica fija; teléfono celular; servicio de televisión de paga (cable o satelital); servicio de películas, música o videos de paga por Internet ni consola de videojuegos (INEGI, 2020).	◆	
Tenencia de la tierra			
Personas con tenencia de la tierra	Porcentaje de personas ejidatarias desagregadas por sexo (INEGI, 2007)		◆

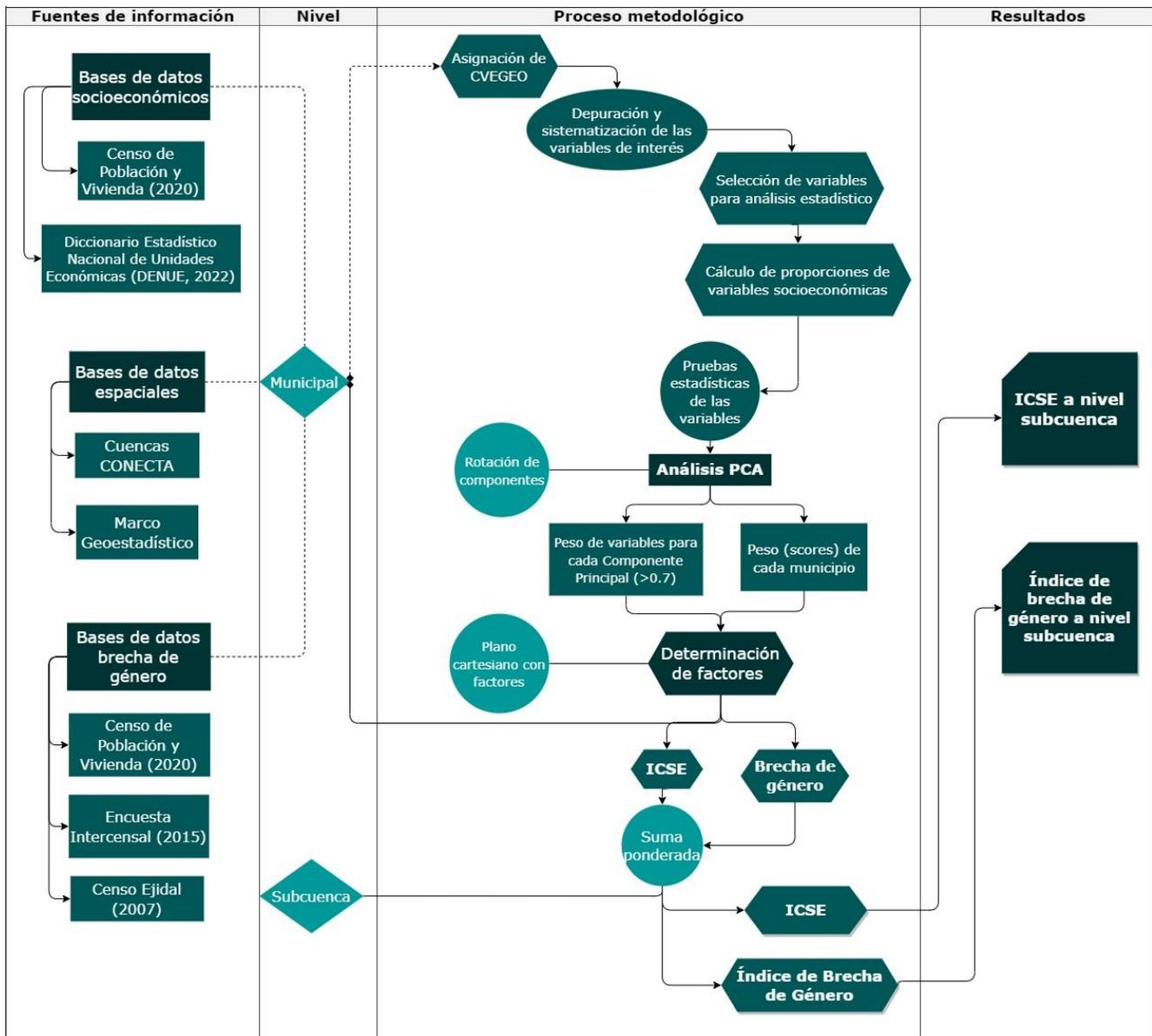


Fig. 15. Proceso metodológico para el análisis e interpretación del ICSE y brecha de género a nivel de subcuenca.

De acuerdo con los resultados, la cuenca RJ tienen valores promedio de 0.4 en el ICSE y de 0.5 en el índice de brecha de género, ambos interpretados en un intervalo de cero (condiciones socioeconómicas más favorables) a uno (condiciones menos favorables) (Tabla 14).

Las subcuencas de Xicotla (ICSE: 0.69), Ixhuatlán del Café (0.62) y Coscomatepec (0.58), ubicadas en la parte alta de la cuenca, resultaron con valores altos de ICSE, lo que indica condiciones socioeconómicas más desfavorables para la población (Fig. 16). Respecto a la brecha de género, 43 subcuencas mostraron valores superiores a 0.5, lo que sugiere una mayor desigualdad entre hombres y mujeres con respecto al resto de las subcuencas (Fig. 17).

De acuerdo con CONEVAL (2020), alrededor del 70% de la población que reside en los municipios de Calchualco, Chilchotla, Coscomatepec, Chichiquila, Comapa, Ixhualtán del Café, Alpatláhuac, Tlachichuca, Chocamán, Tepatlaxco, Sochiapa, Carrillo Puerto y Chalchicomula de Sesma se encuentran en condiciones de pobreza. Las ponderaciones y valores específicos de los indicadores por subcuenca se pueden consultar en el ANEXO 1.

Tabla 14. Valores ordenados de mayor (condiciones socioeconómicas y de género menos favorables) a menor (condiciones más favorables) con base en el ICSE y la brecha de género para las subcuencas de la cuenca Río Jamapa.

ID	Subcuencas	ICSE	Brecha de género
35	Xocotla	0.69	0.53
33	Ixhualtán del Café	0.62	0.64
34	Coscomatepec de Bravo	0.58	0.5
23	Loma Angosta	0.5	0.52
15	Camarón de Tejada	0.49	0.71
2	Loma Bonita	0.48	0.25
9	Rincón de Barrabas	0.48	0.75
1	Boca del Río	0.44	0.22
17	Cerro Alto	0.44	0.66
28	San Rafael Río seco	0.44	0.23
18	Boca del Monte	0.42	0.62
25	San José Tenejapa	0.42	0.4
10	La Mestiza	0.4	0.69
26	Cuitláhuac	0.39	0.36
13	El Jobo (Jobo viejo)	0.38	0.76
16	Tamarindo	0.38	0.64
30	Ixcatla	0.38	0.65
14	Ejido El jobo (Jobo Nuevo)	0.37	0.75
27	General Miguel Alemán (Potrero Nuevo)	0.34	0.27
31	Ocotitlán	0.34	0.52
29	Huatusco de Chicuellar	0.31	0.25
5	Soledad de Doblado	0.3	0.52
7	El Zacatal	0.29	0.59
3	El Tejar	0.28	0.1
24	La Palma	0.28	0.66
12	La Tinaja	0.26	0.5
22	San José Balsa Camarón (La Colmena)	0.26	0.51
4	Los Robles	0.25	0.13
6	La Matamba (Higuera de las Raíces)	0.25	0.64
8	La Capilla	0.25	0.46
11	Mata Tejón	0.25	0.5
20	Tepatlaxco	0.25	0.68
21	Paso del macho	0.25	0.5
19	Chavaxtla	0.23	0.46
32	Córdoba	0.2	0.13

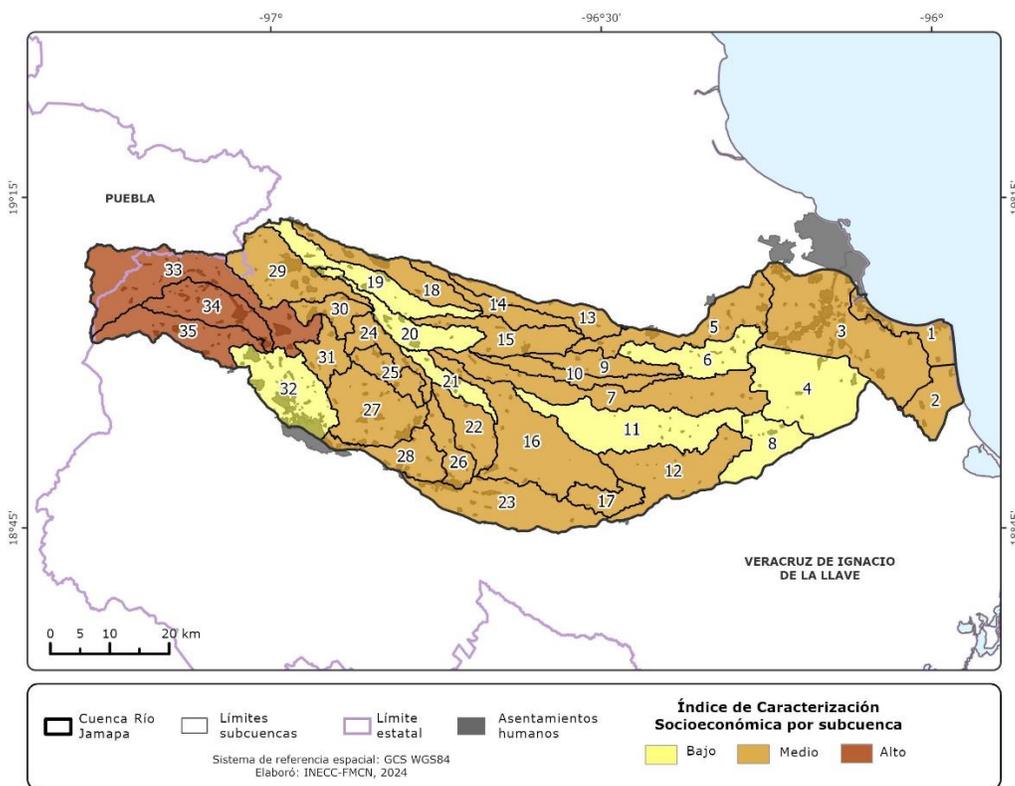


Fig. 16. Índice de Caracterización Socioeconómica (ICSE) de las subcuencas del Río Jamapa (INEGI, 2022, 2020).

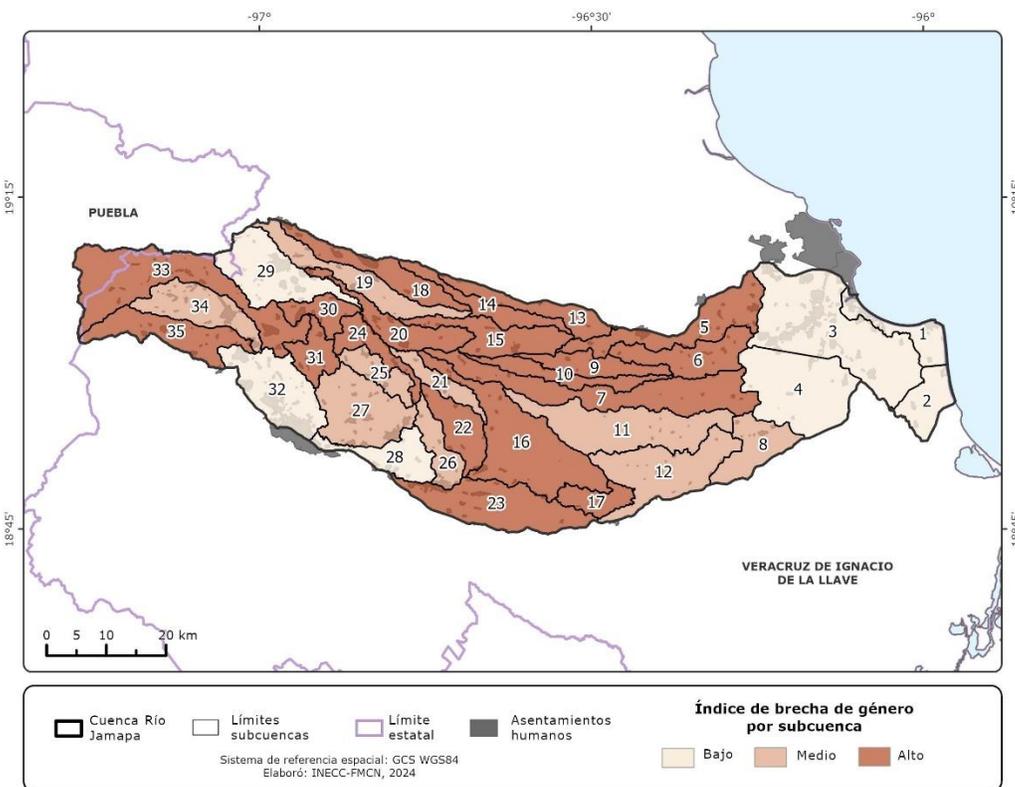


Fig. 17. Índice de brecha de género de las subcuencas del Río Jamapa (INECC, 2015; INEGI, 2020, 2015, 2007).

3.3. Caracterización político institucional

3.3.1 Gestión institucional del agua

La solución de los desafíos vinculados con el abastecimiento de agua, tanto en cantidad como en calidad, requiere de la participación activa de las personas usuarias, las comunidades locales y la sociedad en general. En México, la participación y el compromiso de diversos sectores en la gestión del agua se ha ido fortaleciendo gradualmente, tanto en ámbitos formales como informales. No obstante, aún es fundamental establecer espacios inclusivos para el diálogo, la difusión de información y la concertación de soluciones entre los diferentes sectores de la población.

La Ley de Aguas Nacionales (LAN) estipula que los **Consejos de Cuenca (CCu)** son órganos colegiados de integración mixta para la planeación, realización y administración de las acciones de gestión de los recursos hídricos por cuenca o región hidrológica. De acuerdo con la ley, estos Consejos representan instancias de apoyo, concertación, consulta y asesoría entre la CONAGUA y las diferentes personas usuarias en el país. En ellos convergen los tres órdenes de gobierno, representantes particulares y de organizaciones de la sociedad civil (CONAGUA, 2021a).

Los CCu apoyan en órganos auxiliares para avanzar en sus objetivos, como las Comisiones de Cuenca para las subcuencas, los Comités de Cuenca para las microcuencas, los Comités Técnicos de Aguas Subterráneas (Cotas) y los Comités de playas limpias en las zonas costeras del país.

En relación con la participación social en la gestión del agua en la cuenca del RJ, el Organismo de Cuenca de las Regiones Hidrológico-Administrativas IV Balsas y X Golfo Centro, a través de los Consejos de Cuenca del Río Papaloapan y de los Ríos Tuxpan al Jamapa, suman esfuerzos en el territorio para fortalecer la gestión integral del agua. (Fig. 18).

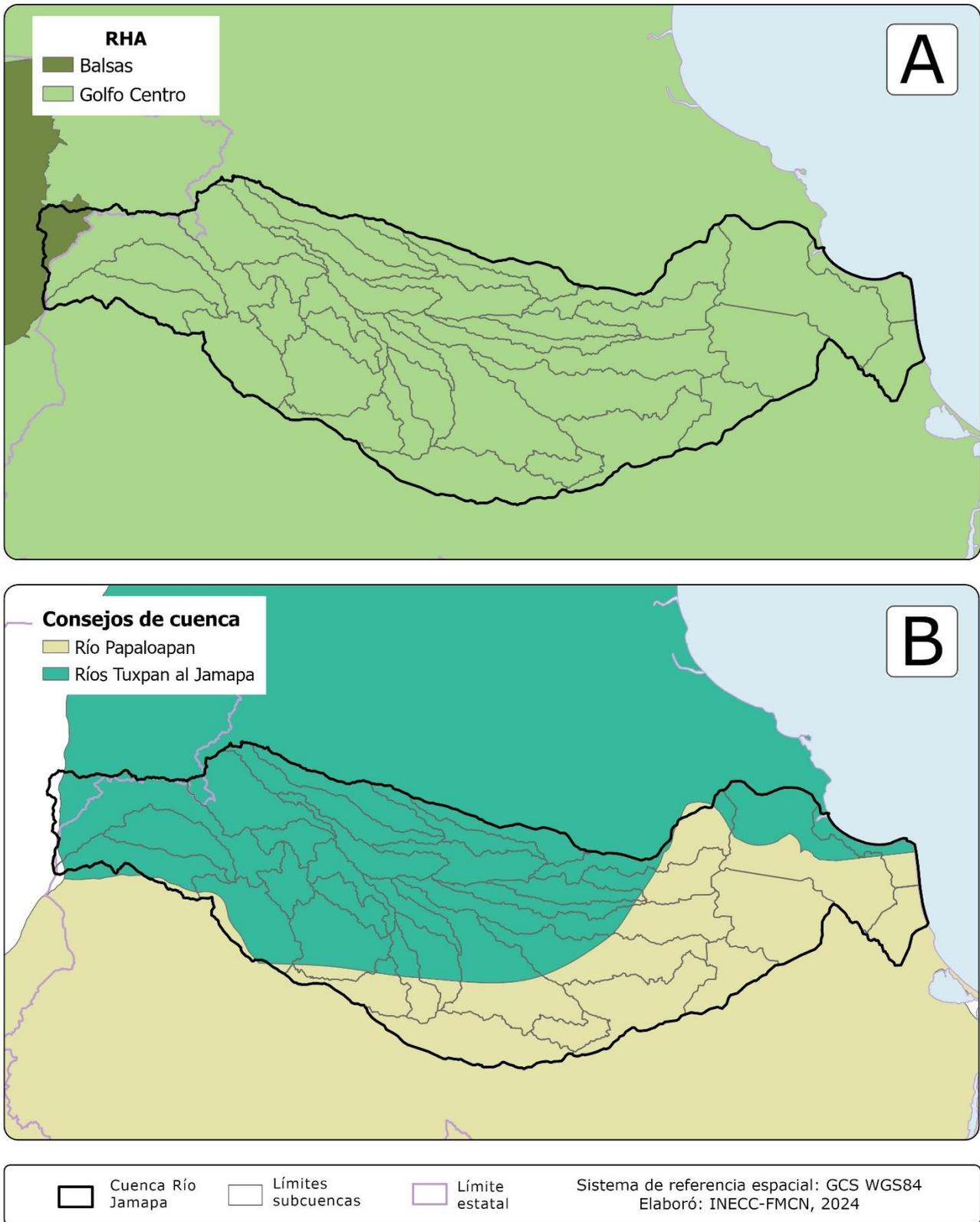


Fig. 18. Mapa de localización de: A) Regiones Hidrológico-Administrativas (RHA); B) Consejos de cuenca (CONAGUA, 2024) de la cuenca Río Jamapa.

3.3.2. Instrumentos de planeación y áreas de importancia ambiental

En la cuenca del RJ se encuentran diversas áreas de importancia biocultural, así como instrumentos de planificación territorial a diferentes niveles de gestión. Estos incluyen tres programas de Ordenamiento Ecológico, seis Áreas Naturales Protegidas (ANP) a nivel federal y estatal, seis Regiones Prioritarias, tres sitios RAMSAR, tres Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) y una Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) (Tabla 15, Fig. 19).

Tabla 15. Instrumentos de planeación territorial y áreas de importancia ambiental en la cuenca del Río Jamapa (RJ) (SIGEIA-SEMARNAT, 2022).

Tipo de instrumento o área	Categoría o nivel	Nombre	Superficie		Porcentaje dentro de la cuenca (%)	Descripción
			Total (km ²)	Área dentro de la cuenca (km ²)		
Ordenamiento Ecológico	Ordenamiento Ecológico General del Territorio	Volcanes Pico de Orizaba y Cofre de Perote	6,191.2	1,025.3	16.6	Política ambiental de Restauración, Protección y Aprovechamiento Sustentable. Nivel de atención prioritaria Media. Rectores del desarrollo: Preservación de Flora y Fauna
		Sierras y Piedemontes de Veracruz y Puebla	2,467.0	1,470.0	59.6	Política ambiental de Restauración y Aprovechamiento Sustentable. Nivel de atención prioritaria Alta. Rectores del desarrollo: Desarrollo Social - Forestal
		Llanura Costera Veracruzana Norte	15,682.6	1,423.7	9.1	Restauración y Aprovechamiento Sustentable. Nivel de atención prioritaria Muy alta. Rectores del desarrollo: Forestal
Área Natural Protegida - Federal	Parque Nacional	Pico de Orizaba	197.5	57.0	28.9	Fecha de decreto: 04/01/1937
		Sistema Arrecifal Veracruzano	655.0	0.7	0.1	Fecha de decreto: 29/11/2012
	Área de Protección de Recursos Naturales	Tlachinoltepetl	11.85	11.85	100	Fecha de decreto: 11/01/2024
Área Natural Protegida - Estatal	ZSCE	(1) Arroyo Moreno	2.5	2.4	96.1	Fecha de decreto: 25/11/1999
	Reserva Ecológica	(2) Metlac Río Blanco	53.1	6.3	11.9	Fecha de decreto: 18/06/2013
		(3) Tembladeras Laguna Olmeca	14.2	11.9	84.2	Fecha de decreto: 03/10/2011
Área destinadas voluntariamente a la conservación	Tierras de Uso Común	Reserva Ecológica Natural en la Cuenca Alta del Río Atoyac 1 Z-1 P1/1	4.5	4.5	100.0	Fecha de decreto: 02/02/2006
Región prioritaria	Región Terrestre Prioritaria (RTP)	Pico de Orizaba-Cofre de Perote	2,349.6	173.01	7.36	Clave de RTP: 122
	Región Marina Prioritaria (RMP)	Laguna Verde-Antón Lizardo	3,657	89.7	2.45	Clave de RMP: 49

Tipo de instrumento o área	Categoría o nivel	Nombre	Superficie		Porcentaje dentro de la cuenca (%)	Descripción
			Total (km ²)	Área dentro de la cuenca (km ²)		
	Región Hidrológica Prioritaria (RHP)	Cuenca Oriental	4,070	17.3	0.43	Clave de RHP: 70
		Río La Antigua	2,724.0	57.2	2.10	Clave de RHP: 77
Otros	RAMSAR	Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano	522.4	0.68105	0.1304	Sitio Ramsar no. 1346
		Sistema Lagunar Alvarado	2,670.10	0.15	0.01	Sitio Ramsar no. 1355
	AICA	Humedales de Alvarado	2134.5	68.5	3.2	Sitio AICA no. 41
		Río Metlac	489.59	77.99	15.93	Sitio AICA no. 148
		Centro de Veracruz	8,110.5	860.3	10.6	Sitio AICA no. 150
	UMA	Ranchos Unidos	7.0	7.0	100.0	SEMARNAT-UMA-EX-0379-VER/15

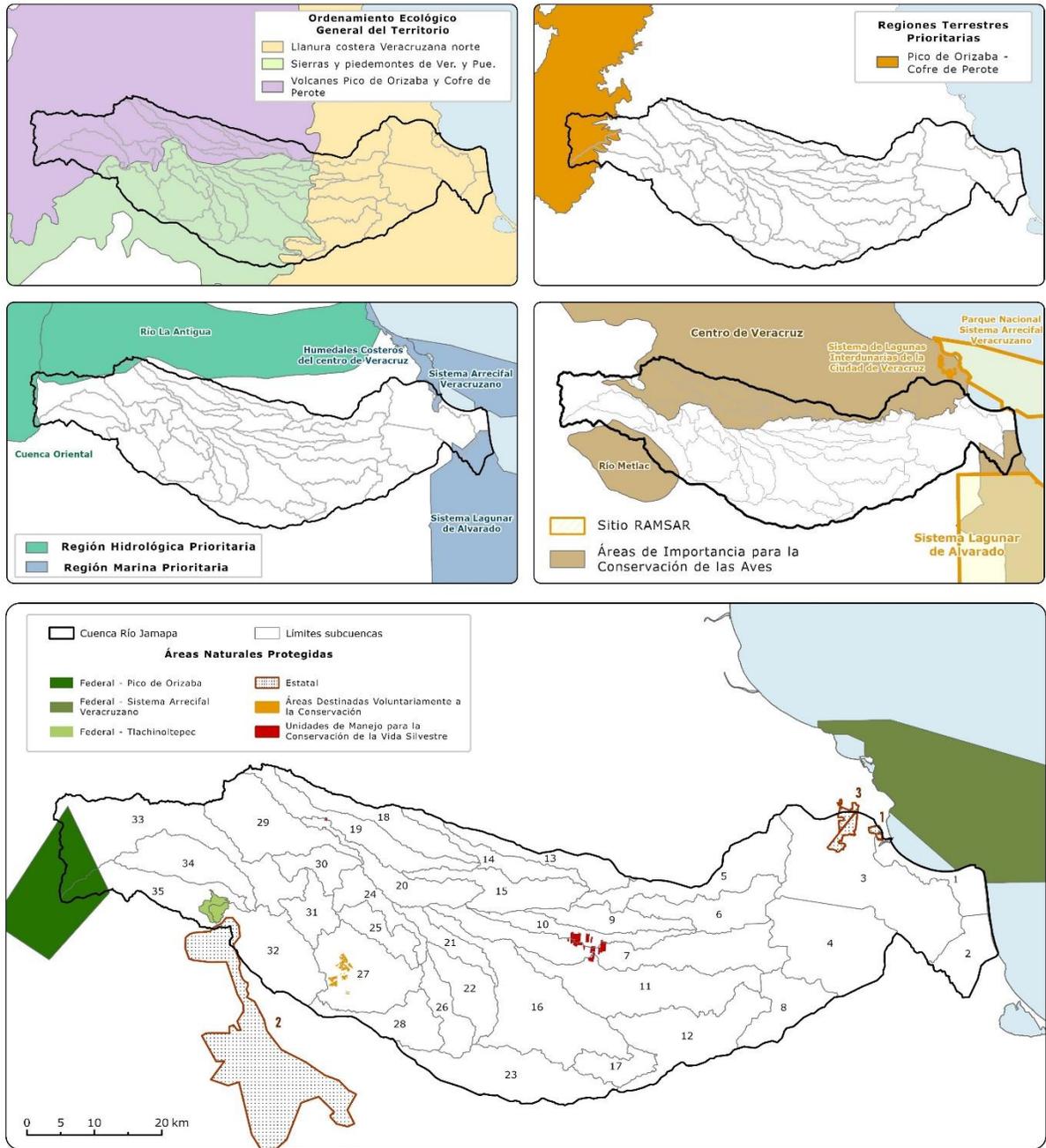


Fig. 19. Mapas de localización de las áreas de importancia ambiental y los instrumentos de planeación territorial en la cuenca del Río Jamapa (ESDIG-SEMARNAT, 2023; SIGEIA-SEMARNAT, 2022).

Análisis de los servicios ecosistémicos (SE)

En este capítulo se identifican y analizan las relaciones de oferta y demanda de los SE en la cuenca del Río Jamapa, específicamente en términos de la cantidad de agua, evaluada a través del rendimiento hídrico y la recarga local, así como de la calidad del agua, asociada a la retención de nutrientes y el control de las tasas de erosión. La integración de resultados se establece considerando la conectividad hidrográfica y los escenarios de cambio climático y cambios potenciales de uso de suelo y vegetación.



Análisis de los servicios ecosistémicos de la cuenca del Río Jamapa

4. Herramientas de evaluación de servicios ecosistémicos (SE)

En las últimas décadas se han desarrollado una gran variedad de herramientas y métodos para evaluar y cuantificar SE cuyo objetivo está enfocado en apoyar la toma de decisiones (IPBES, 2016). Algunas de estas herramientas se han diseñado para su aplicación en cualquier localización a nivel global, mientras que otras se caracterizan por ser más específicas (Birch et al., 2014). Sin embargo, a pesar de los avances significativos en el desarrollo del concepto, métodos y modelos para la evaluación de los diferentes SE, su aplicación para guiar el desarrollo de actividades sostenibles sigue siendo un reto debido a la disponibilidad de recursos e información (Pandeya et al., 2016).

En términos de la evaluación de SE, las herramientas de modelación espacial y representación geográfica representan una excelente opción para el análisis a escala regional o a nivel de cuenca hidrográfica (Ávila-García et al., 2020). No obstante, dependiendo de la escala, algunas evaluaciones podrían requerir mayores esfuerzos multi y transdisciplinarios, en conjunto con la aplicación de diferentes métodos y herramientas (Pandeya et al., 2016), particularmente en áreas de estudio donde la información socio-ecológica es escasa o poco accesible (Jujnovsky et al., 2017; Peh et al., 2013).

En general, todos los modelos o herramientas para la evaluación de SE poseen ventajas y desventajas por lo que sus alcances, limitaciones y diferentes enfoques (p.ej. evaluación económica, representación espacial y temporal e incorporación de modelos biofísicos existentes) deben considerar los objetivos, así como la temporalidad, los diferentes insumos, la recolección in situ de datos específicos, la flexibilidad, la escalabilidad, la accesibilidad, los recursos (p.ej. staff, programas y capacidad computacional) y el nivel de experiencia requerido para cada herramienta (Grêt-Regamey et al., 2017).

Con base en lo anterior, se seleccionó la herramienta de *INVEST-Integrated Valuation of Ecosystem Services and Trade-offs* (Sharp et al., 2018) como el modelo más apropiado para alcanzar los objetivos planteados en el PAMIC, así como su adaptación al contexto socio-ecológico, la disponibilidad de datos, recursos y capacidades técnicas. Una comparación más detallada de algunas de las herramientas más utilizadas se puede consultar la guía metodológica de los PAMIC (INECC-FMCN, 2023).

INVEST ha sido una herramienta ampliamente utilizada en evaluaciones socio-ecológicas y de planeación territorial basadas en escenarios alternativos (Bagstad et al., 2013; Grêt-Regamey et al., 2017). INVEST es un conjunto de modelos de software libre y de código abierto desarrollados por el *Natural Capital Project* (Standford University; Sharp et al., 2018). El sistema está compuesto por 18 módulos de SE diseñados tanto en paisajes terrestres como marinos y costeros (p.ej. polinización,

calidad del hábitat, transporte de nutrientes, rendimiento hídrico, captura de carbono), así como un par de herramientas complementarias (p.ej. generador de escenarios basados en la proximidad y delimitación de cuencas).

Los siguientes apartados presentan un resumen del proceso metodológico y los principales resultados de los elementos descritos en el esquema conceptual del componente técnico de los PAMIC (Fig. 4) para la priorización territorial de la cuenca RJ. Este proceso se lleva a cabo mediante el uso de sistemas de información geográfica, la herramienta de modelación InVEST, análisis estadísticos y de redes.

4.1. Oferta o provisión de servicios ecosistémicos (SE)

Los SE que dependen de la cantidad y calidad del agua, como la provisión de agua superficial y subterránea, el transporte de nutrientes, la regulación de flujos y el control de la erosión hídrica, son fundamentales para el bienestar humano y el manejo integral de los recursos hídricos (Seifert-Dähnn et al., 2015). Estos servicios ecosistémicos hidrológicos (SEH) están relacionados con los ecosistemas acuáticos y sus zonas de transición con otros ecosistemas terrestres (p.ej. bosques, pastizales, cultivos agrícolas, vegetación riparia y humedales), por lo que suelen sustentar otros SE relevantes como la provisión de bienes cultivados, los servicios recreativos o culturales y la captura de carbono (Grizzetti et al., 2016).

Los procesos eco-hidrológicos a nivel de cuenca hidrográfica suelen ser difíciles o costosos de analizar debido a que se requieren largos periodos de validación. Incluso, las evaluaciones a escala de sitio o parcela requieren equipo especializado, cuyas observaciones son difíciles de replicar a una mayor escala, particularmente, cuando se requiere capturar la variabilidad climática o estimar el impacto potencial de la alteración de estos procesos (p.ej. cambios en las tasas de evapotranspiración) sobre los diferentes SE en regiones poco accesibles (Redhead et al., 2016). Ante esta situación, los modelos (definidos como representaciones simplificadas que utilizan conceptos y aproximaciones de procesos reales de los sistemas), representan una herramienta muy útil para entender y analizar dinámicas complejas con base en estimaciones cuantitativas que fortalecen la toma de decisiones (Pandeya et al., 2016).

La identificación, selección y modelación de **SE prioritarios** asociados con actividades agropecuarias y agroforestales se llevó a cabo mediante revisiones bibliográficas, considerando los objetivos, alcances, recursos, datos, capacidades técnicas y el tiempo disponible. Este proceso se complementó con la identificación de SE por parte de actores locales en territorio a través de talleres participativos.

En los siguientes apartados se describen los principales resultados del análisis y la integración de la provisión de los SE de cantidad (rendimiento hídrico y recarga local) y calidad de agua (control de sedimentos y retención de nutrientes) con el uso de la herramienta InVEST (Fig. 20). Una descripción más detallada del geoprocesamiento se incluye en la guía metodológica.

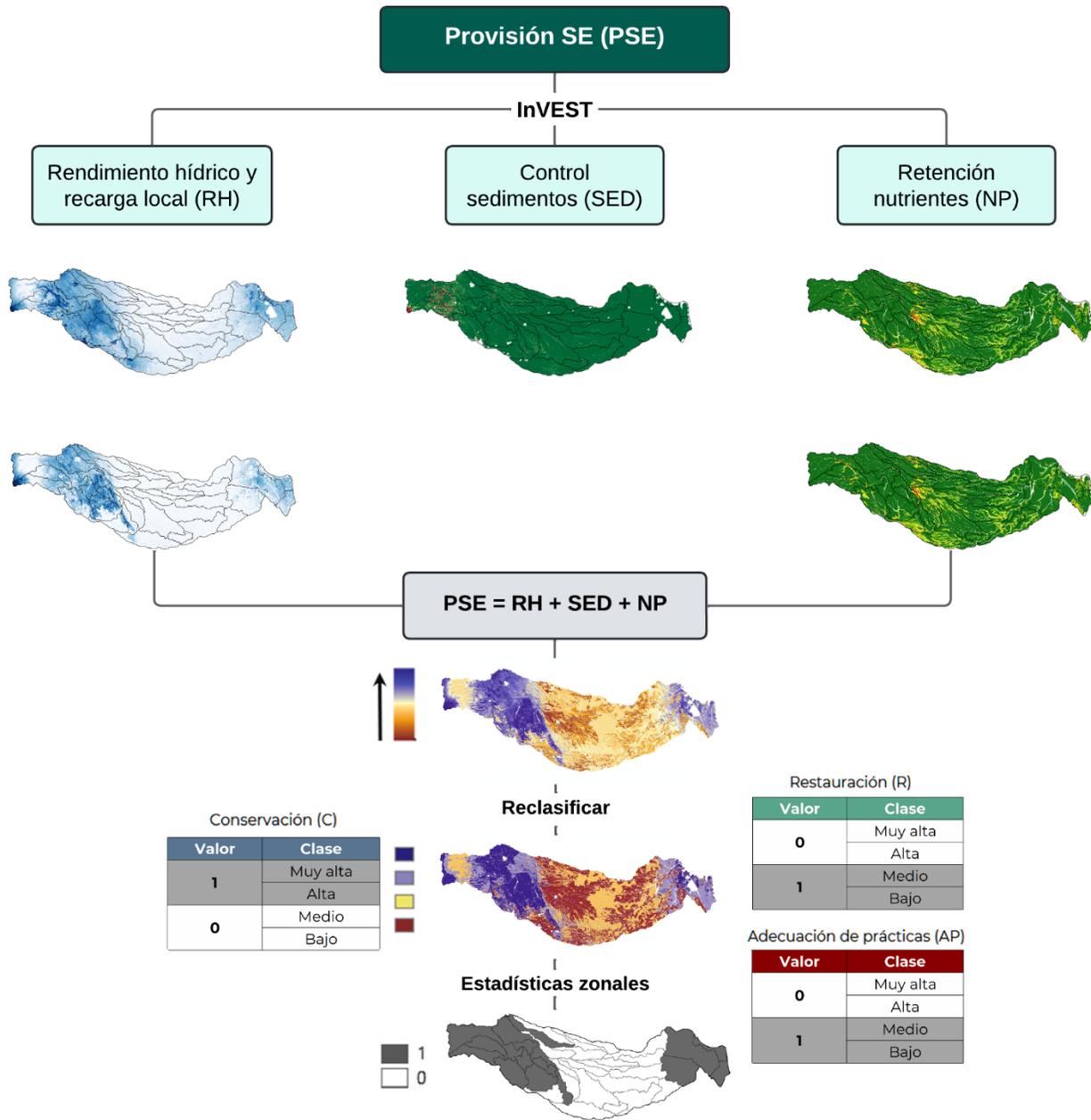


Fig. 20. Esquema de integración y análisis para la identificación de las subcuencas con mayor y menor provisión de SE. Las subcuencas prioritarias resultado del geoprocesamiento se resaltan en color sombreado.

4.1.1. Provisión de agua- Rendimiento hídrico y recarga local

La provisión de agua dentro de las cuencas involucra procesos de filtración, retención y almacenamiento; por lo que el tipo de relieve, la topografía, el tamaño de las cuencas, la ubicación geográfica, los tipos de suelo, la litología, las coberturas forestales y el clima, juegan un papel fundamental en la regulación de estas dinámicas eco-hidrológicas (De Groot et al., 2002).

El rendimiento hídrico anual derivado del modelo InVEST (*Annual Water Yield*) se utilizó como una aproximación para estimar la cantidad promedio de agua que se produce en la cuenca y que está disponible para diferentes usos.

El modelo de InVEST estima las contribuciones relativas de agua o el rendimiento hídrico (Y) (mm/año) para cada píxel (x) de acuerdo con la expresión de la curva de Budyko (1974), adaptada por Fu, (1981) y Zhang et al., (2004)(ecuación 1):

$$(1) \quad Y(x) = \left(1 - \frac{AET(x)}{P(x)}\right) \cdot P(x)$$

P = Precipitación anual
AET = Evapotranspiración real (cantidad de agua evaporada efectivamente en función de la superficie del suelo y el tipo de cobertura vegetal)

El modelo requiere cinco parámetros biofísicos como rásters georreferenciados de entrada: 1) profundidad de restricción para el crecimiento de las raíces; 2) fracción de agua contenida en el suelo disponible para las plantas; 3) precipitación promedio anual; 4) promedio anual de evapotranspiración de referencia y; 5) mapa de uso de suelo y vegetación (USV). El modelo también requiere de coeficientes específicos (tabla biofísica con valores separados por comas) asociados a cada una de las clases del mapa de USV (ANEXO 2).

Los resultados del rendimiento hídrico anual modelan la contribución potencial de agua desde cada zona del paisaje, ofreciendo información sobre cómo los diferentes usos del suelo pueden afectar el escurrimiento superficial. Mientras que el análisis de los flujos estacionales: flujos rápidos (que ocurren durante o poco después de un evento de lluvia) y flujos base (que ocurren durante las épocas de sequía), son fundamentales para estimar espacial y temporalmente la producción de agua en una cuenca.

Por tal motivo, también se utilizó el modelo del rendimiento hídrico estacional de InVEST (*Seasonal Water Yield*) para cuantificar la escorrentía superficial mensual (flujo rápido o *quickflow*) y la recarga local (L) por píxel. El índice de recarga local se calcula en una escala de tiempo anual, pero utiliza valores derivados de la disponibilidad de agua mensual por lo que representa la contribución potencial al flujo base. En este sentido, el modelo asume que las precipitaciones que no escurren como flujos rápidos, y no son evapotranspiradas por la vegetación en un píxel, pueden infiltrarse en el suelo para convertirse en recargas de agua locales.

En la cuenca RJ se ha calculado un rendimiento hídrico anual promedio de 467 mm, del cual se estima un promedio de 195 mm/año de recarga local. Las subcuencas con los valores más altos de rendimiento hídrico y recarga local se localizan en la zona de sierra del Eje Neovolcánico, donde se registran los volúmenes más altos de precipitación y cobertura predominante de bosque mesófilo de montaña. No obstante, en la parte alta de la cuenca predominan coberturas de bosque de pino y cultivos agrícolas sobre suelos delgados y endurecidos de tipo andosol, al igual que valores más bajos de precipitación y temperatura, resultando en un menor rendimiento hídrico. En contraste, las subcuencas de la llanura costera dominadas por cultivos agrícolas y áreas de pastizales presentan los niveles más bajos de rendimiento hídrico y recarga local, que se atribuyen a los altos niveles de temperatura y evapotranspiración (Fig. 21).

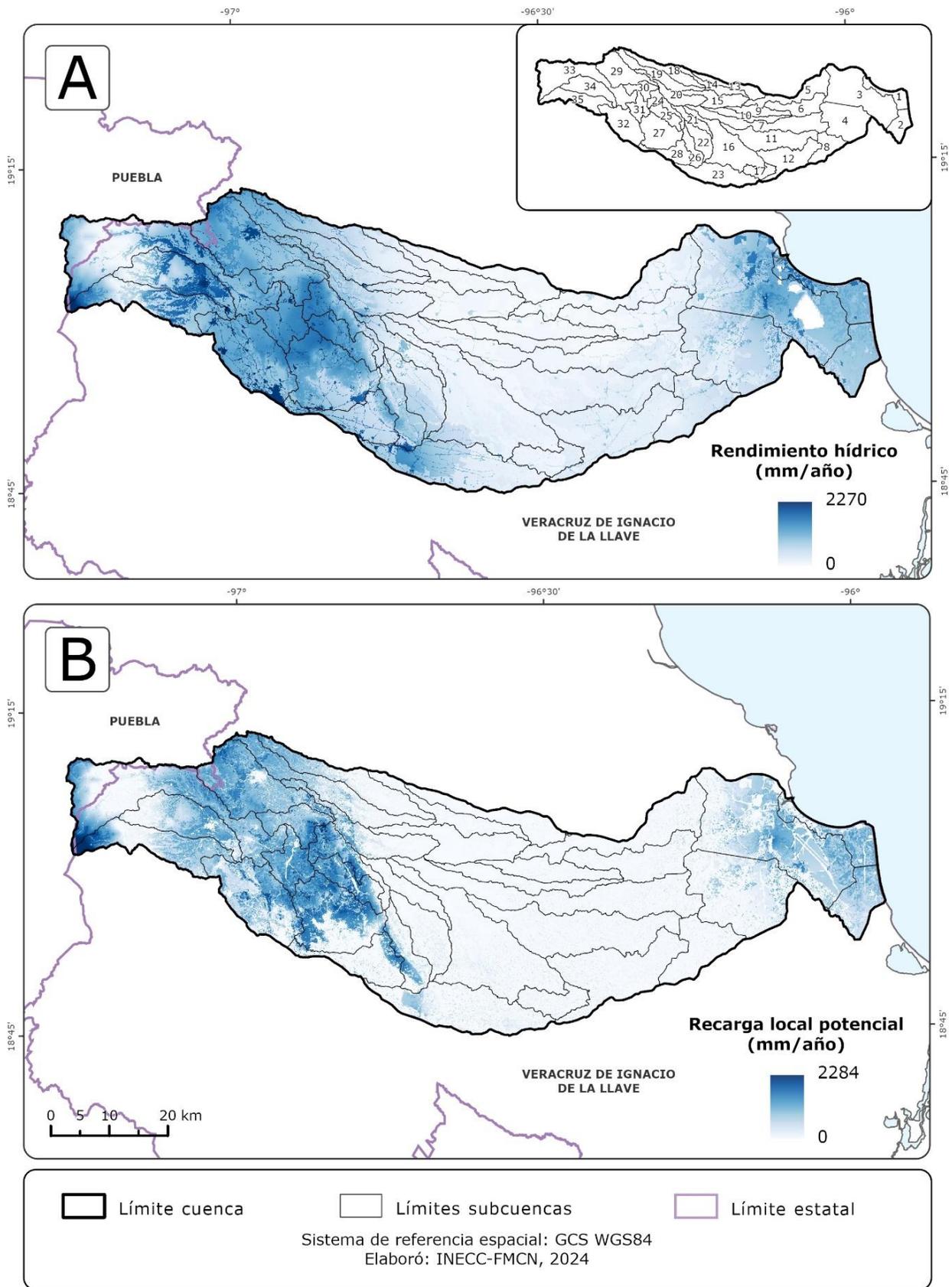


Fig. 21. Mapa de línea base del A) rendimiento hídrico anual y B) la recarga local en la cuenca del Río Jamapa.

4.2.2. Transporte de sedimentos

La pérdida del suelo, relacionada con un incremento significativo en el transporte de sedimentos, se ha observado en muchas regiones alrededor del mundo (Hamel et al., 2015). Particularmente, la erosión acelerada del suelo relacionada con las dinámicas hidrológicas, ha afectado de manera drástica en la calidad del agua, la productividad del suelo y la pérdida de nutrientes (Benavidez et al., 2018).

La erosión hídrica es el tipo predominante de degradación del suelo en México, afectando aproximadamente al 76% del territorio, con un 39% clasificado entre moderada y extrema (Bolaños et al., 2016; Montes-León et al., 2011). Además, la erosión se intensifica debido a prácticas que promueven la pérdida de coberturas vegetales como el sobrepastoreo, las quemas para la preparación de tierras agrícolas, la minería, la deforestación y la expansión urbana no planificada (Castro Mendoza, 2013; Hamel et al., 2015). Esto, a su vez, ha impactado en la degradación de las coberturas vegetales, la pérdida de la biodiversidad, la desestabilización de laderas y los bajos rendimientos en la producción agrícola y pecuaria, así como en la disminución de la vida útil de las obras hidráulicas por la cantidad de sedimentos que transporta el agua (Montes-León et al., 2011).

Los cambios en el transporte de sedimentos se derivan de las complejas interacciones entre la topografía, el clima y los cambios de uso de suelo y vegetación. Por lo tanto, analizar la capacidad de retención de sedimentos por parte de las coberturas vegetales es fundamental para fortalecer los planes de manejo territorial (Martin-Ortega et al., 2013). Específicamente, dentro del marco de los PAMIC, la identificación de zonas con mayor producción o retención de sedimentos es la base para poder diseñar mejores estrategias para reducir las cargas de sedimentos o promover la conservación de áreas con alta capacidad de retención.

El modelo de producción y transporte de sedimentos de InVEST (*SDR-Sediment Delivery Ratio*) estima la capacidad que tiene una parcela del terreno para retener sus partículas. Una vez liberadas estas partículas sólidas se convierten en sedimentos que están sujetos a la acción de agentes externos que los transportan a otras áreas. De esta forma, las áreas que presentan altas tasas de pérdida del suelo son potencialmente exportadoras de sedimentos. Por lo tanto, los resultados del modelo representan el promedio anual de producción de sedimentos por subcuenca, con base en algoritmos que, primero calculan la cantidad de pérdida de suelo a nivel de píxel y, posteriormente, la tasa de retención de sedimentos del valor de ese píxel en su tránsito hacia la red fluvial (Borselli et al., 2008).

La cantidad de pérdida de suelo anual (*usle*) (ton/ha/año) por píxel (*x*) se calcula con base en la Revisión de la Ecuación Universal sobre Pérdida de Suelos (RUSLE) (Renard et al., 1997) (ecuación 2):

$$(2) \quad usle_x = (R * K * LS * C * P)_x$$

R = Erosividad pluvial
K = Erodabilidad del suelo
LS = Factor de longitud de la pendiente
C = Factor de vegetación y usos de suelo
P = Prácticas de conservación de suelo

Dado que el transporte de sedimentos se calcula en función de la conectividad hidrológica, que está asociada a las pendientes y a las redes de flujo superficial (Vigiak et al., 2012), el modelo requiere de un Modelo Digital de Elevaciones (MDE) y valores específicos de los factores R y K (RUSLE) relacionados con las características de la vegetación y usos de suelo (ANEXO 2).

En la cuenca RJ, se estimó un valor promedio anual en el transporte de sedimentos de 69.83 ton/ha que potencialmente pueden llegar a los cuerpos de agua. Las tasas más altas de transporte de sedimentos se concentran en las subcuencas de Xocotla (ID. 35), Coscomatepec de Bravo (ID. 34) e Ixhuatlán del Café (ID. 33) (>200 ton/año) (Fig. 22). Estas subcuencas se localizan en la parte alta y registran altos volúmenes de precipitación, así como las más altas elevaciones y pendientes pronunciadas. En esta región predomina la vegetación de bosques de pino y encino, cuya distribución ha sido fragmentada por la expansión de zonas de pastizales y áreas agrícolas destinadas principalmente a cultivos de maíz, frijol, chayote y papa.

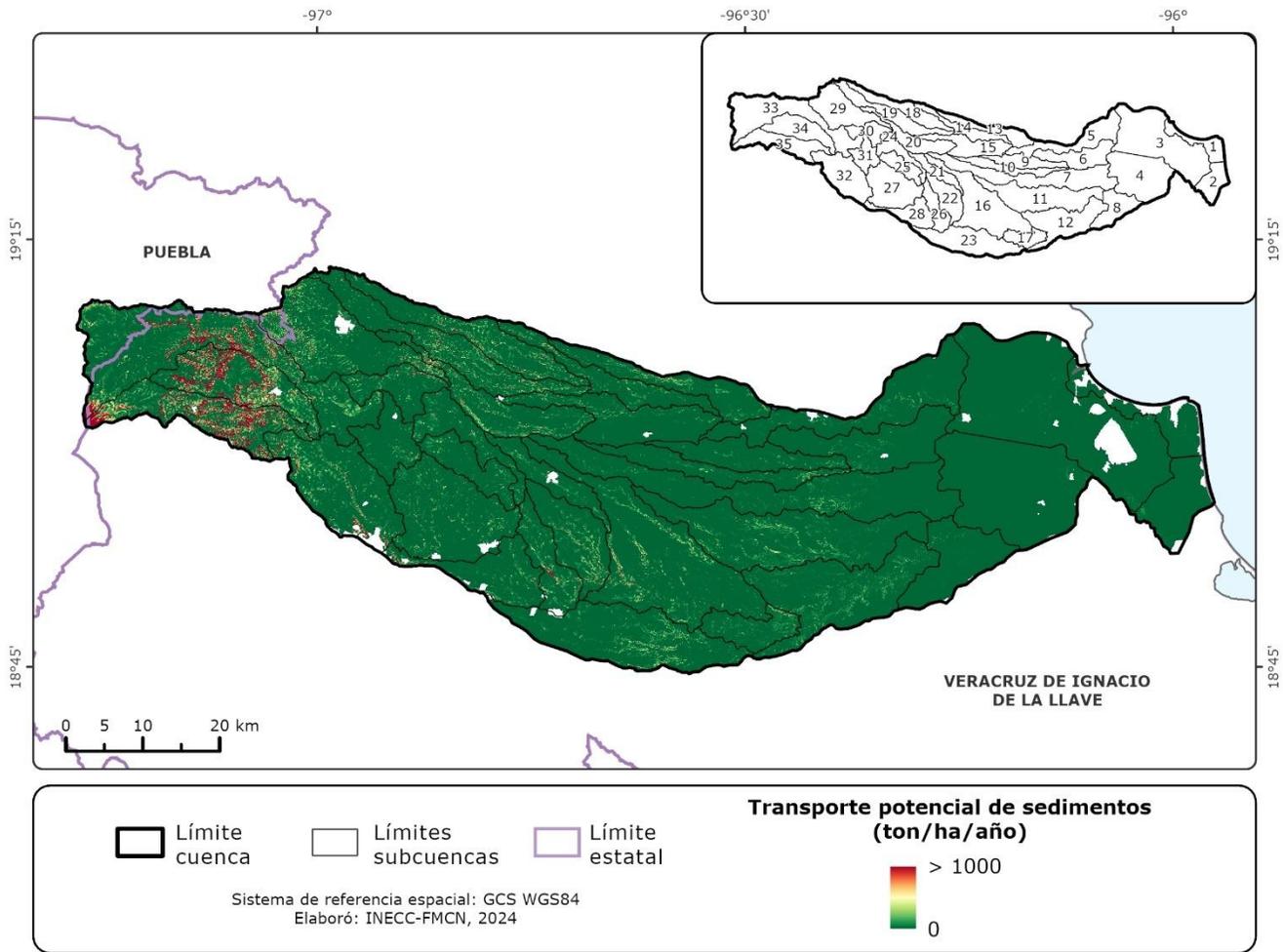


Fig. 22. Mapa de línea base del transporte de sedimentos (ton/ha/año) en la cuenca del Río Jamapa.

4.3.3. Transporte de nutrientes

Los cambios de uso de suelo y, en particular, el aumento de la frontera agrícola, modifican el ciclo de los nutrientes en los ecosistemas. Las cargas de nutrientes se refieren a la cantidad de elementos como nitrógeno (N) y fósforo (P), que ingresan a los ecosistemas presentes en una cuenca desde numerosas fuentes puntuales (p. ej. descargas de efluentes industriales o plantas de tratamiento) o difusas (p. ej. aplicación de fertilizantes utilizados en los cultivos agrícolas o pastizales) (Hou et al., 2020).

Identificar y analizar las cargas potenciales de nutrientes que llegan a los diferentes cuerpos de agua es importante para promover mejores prácticas de conservación que eviten procesos de eutrofización (el incremento de sedimentos y nutrientes inorgánicos procedentes de prácticas antropogénicas que producen la proliferación de algas) u otros impactos negativos en la calidad del agua (Han et al., 2021), los cuales tienen consecuencias para la salud o bienestar las personas y para

los ecosistemas acuáticos que tienen una capacidad limitada para adaptarse a estas cargas de nutrientes (Keeler et al., 2012).

El modelo de producción y transporte de nutrientes de InVEST (*NDR-Nutrient Delivery Ratio*) se utilizó para simular las cargas de N y P que transcurren y descargan potencialmente en los diferentes cuerpos de agua presentes en las cuencas. Este modelo simula el flujo de nutrientes a largo plazo con base en ecuaciones simplificadas de balances de masa, que describen el movimiento empírico de la cantidad de nutrientes a través del espacio.

El modelo requiere, además del mapa de USV y el Modelo Digital de Elevación (MDE), el mapa ráster de flujo rápido superficial derivado del modelo de rendimiento hídrico estacional (ANEXO 2 ANEXO 2). Otro insumo clave para el modelo es la tabla biofísica, la cual contiene la información correspondiente a las cargas de nutrientes estimadas para cada una de las clases de USV. Los valores asignados en esta tabla (cargas de N y P) se calcularon con base en la información recopilada a través de las entrevistas dirigidas a un total de 24 productores asentados en la cuenca del 9 al 12 de septiembre de 2024. De esta forma, y con base en la información específica de las dosis y productos utilizados para la fertilización de los cultivos, se calcularon las cargas de N (*load_n*) y P (*load_p*) (ecuación 3):

$$(3) \quad \text{load}_n(\text{load}_p) = \frac{\text{Export from Land}}{1 - \text{Eff}_n(\text{Eff}_p)} \quad \begin{array}{l} \text{Export from Land} = \text{valor de exportación medido (o derivado empíricamente)} \\ \text{Eff}_n/\text{Eff}_p = \text{eficiencia de retención máxima para cada clase de USV.} \end{array}$$

Las cargas de nutrientes que no se pudieron calcular con la información derivada de las entrevistas, se obtuvieron a partir de los valores sugeridos en la guía de InVEST (Sharp et al., 2018), las agendas tecnológicas agrícolas a nivel estatal para México (INIFAP, 2018) y revisiones de literatura (Benez-Secanho and Dwivedi, 2019; Han et al., 2021; Hou et al., 2020; Wu et al., 2021).

Los resultados obtenidos para la cuenca RJ indican tasas promedio de transporte de nitrógeno (N) y fósforo (P) de 0.67 y 0.31 kg por año, respectivamente. Las subcuencas de Paso del Macho (ID: 21), San Rafael Río Seco (ID: 28), Loma Angosta (ID: 23) y San José Balsa Camarón (La Colmena) (ID: 22) presentan las tasas más elevadas en el transporte de estos nutrientes, coincidiendo con áreas de uso agrícola sobre laderas y valles de la parte media de la cuenca, donde predominan los cultivos de maíz, limón y caña, de los cuales, este último ha reportado una alta aplicación de fertilizantes químicos (Fig. 23).

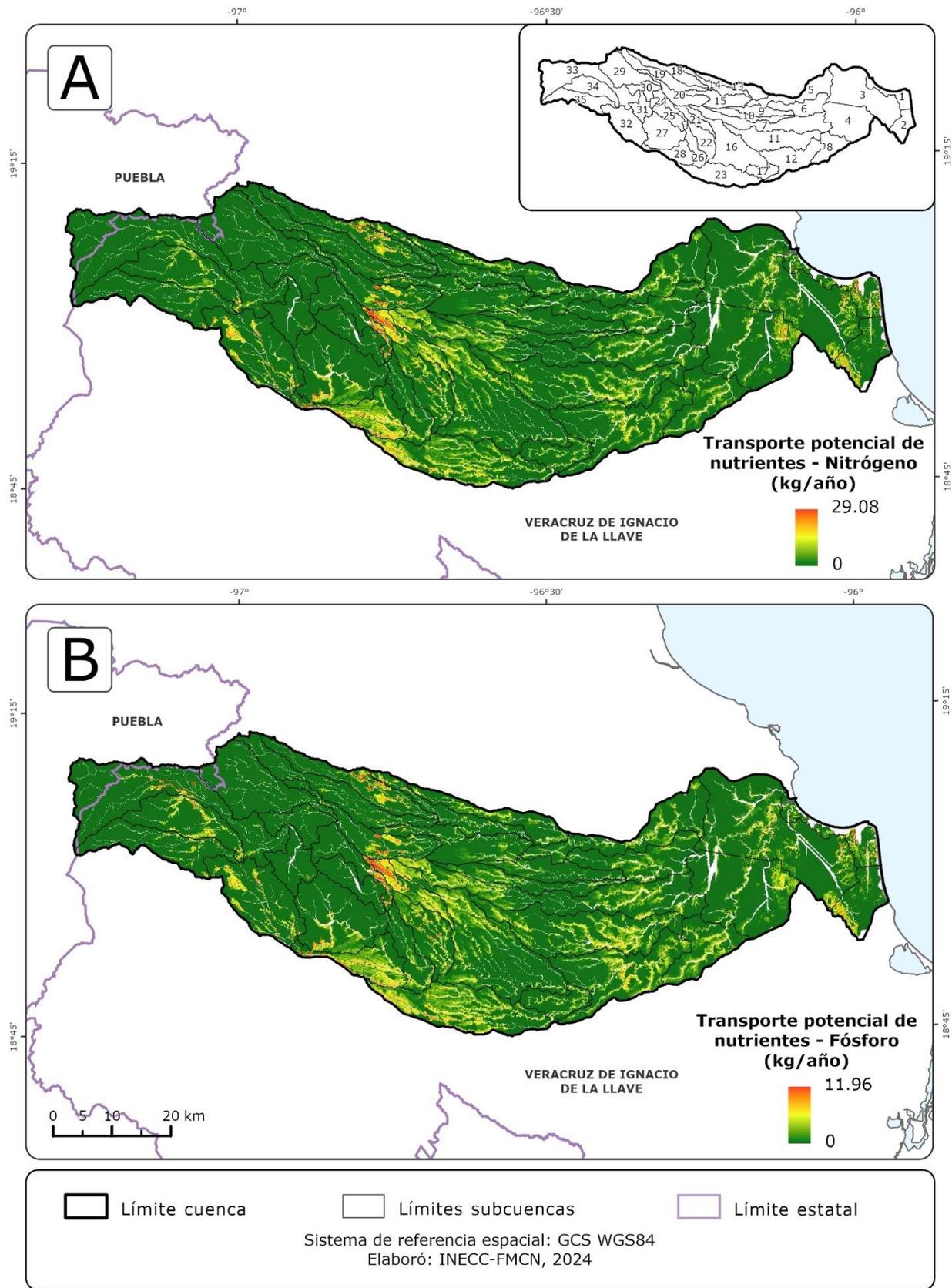


Fig. 23. Mapa de línea base del transporte de nutrientes de nitrógeno (A) y fósforo (B) (kg/año) en la cuenca del Río Jamapa.

5. Demanda de servicios ecosistémicos (SE)

El concepto de SE ofrece un marco útil para la evaluación sistémica de los múltiples beneficios que brindan los ecosistemas. No obstante, este enfoque requiere de la identificación de los actores que se benefician o se ven afectados por la manera en la que se distribuyen esos SE, debido a una determinada estrategia de manejo, o por los cambios asociados al clima. Por lo tanto, vincular los SE con los actores clave, incluyendo sus intereses y problemáticas es esencial para una gestión eficaz, equitativa y sostenible (Raum, 2018).

En este sentido, la demanda o uso de SE por parte de las diferentes personas usuarias o beneficiarias distribuidas en las subcuencas se analizó considerando dos indicadores y, técnicas de geoprocésamiento que se describen en la Figura 24.

- 1) Volumen de agua superficial y subterránea extraída por subcuenca (hm^3) con base en la información de las concesiones y asignaciones inscritas en el Registro Público de Derechos del Agua (REPDA) (CONAGUA, 2021b).
- 2) Densidad poblacional por subcuenca ($\text{habitantes}/\text{km}^2$). La delimitación de la población en cada una de las subcuencas se llevó a cabo con base en el Marco Geoestadístico y el último censo de población y vivienda (INEGI, 2020). Este análisis incluyó las bases de datos a nivel de comunidad, áreas geoestadísticas básicas (AGEB) y manzanas urbanas para poder desagregar los asentamientos urbanos y rurales compartidos entre subcuencas (SCITEL-INEGI, 2020). Las subcuencas con densidad poblacional de más de 139 habitantes/ km^2 tuvieron una mayor ponderación.

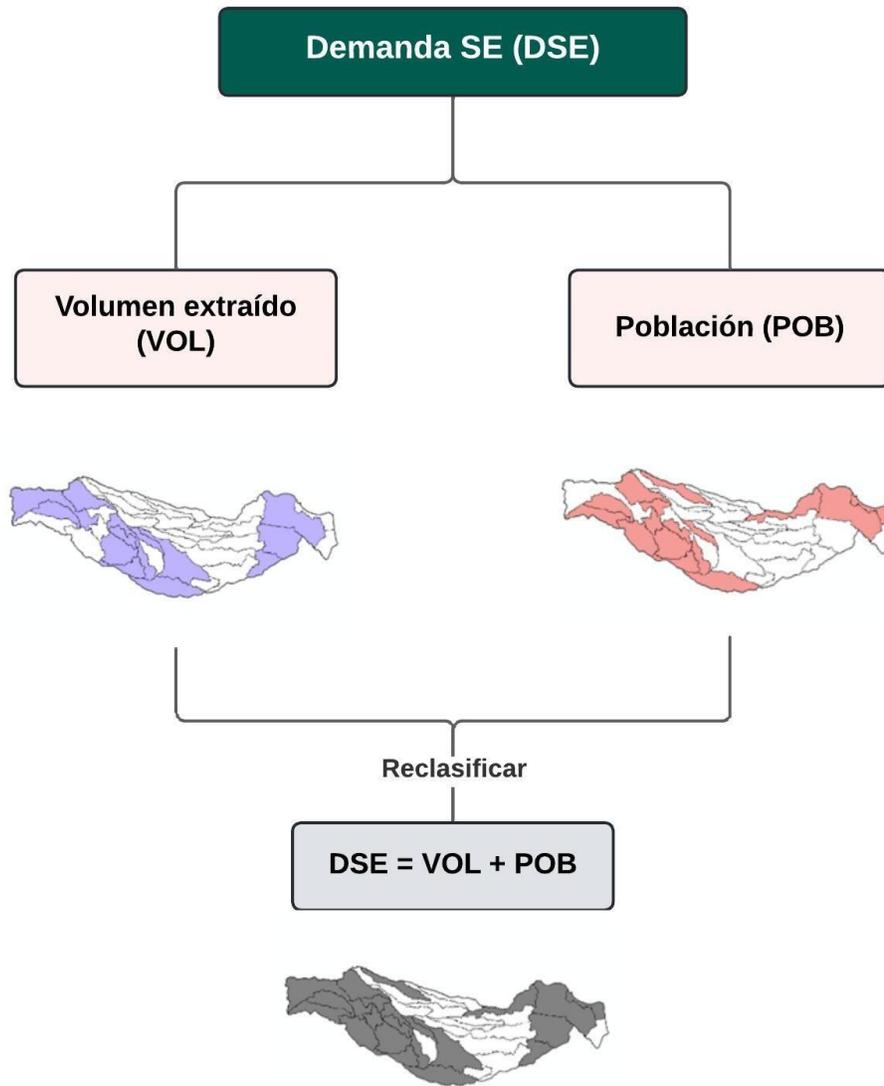


Fig. 24. Esquema de integración y análisis para la identificación de las subcuencas (resaltadas en color oscuro) con mayores volúmenes de extracción de agua y densidad poblacional.

5.1. Volúmenes de extracción de agua superficial y subterránea

De acuerdo con el Registro Público de Derechos del Agua (REPD, CONAGUA, 2021b) se registró un total de 639.39 hm³ de agua concesionada anualmente dentro de la cuenca RJ, de los cuales el 69.7% corresponde a agua superficial. Las concesiones destinadas a usos público y de servicios poseen el mayor número de registros (1,511 títulos), los cuales concentran un volumen de aproximadamente 306.40 hm³, mientras que, alrededor de 248.17 hm³ (1,044 títulos) se destinan al uso agropecuario (Tabla 16, Fig. 25).

Tabla 16. Clasificación en los PAMIC de los usos y volúmenes descritos en el REPDA.

Tipo de uso	Clasificación (REPDA)
Uso agropecuario	Agrícola, acuícola, pecuario, múltiples, agroindustrial, otros
Uso público y de servicios	Doméstico, uso público-urbano, industrial, servicios, comercio
Uso no consuntivo	Energía hidroeléctrica

Uso que ampara la concesión o asignación	Volumen concesionado o asignado (hm ³)		Número de concesiones o asignaciones	
	Superficial	Subterráneo	Superficial	Subterránea
Acuicultura	0.04	3.08	2	6
Agrícola	101.00	140.93	255	719
Agroindustrial	0.00	0.00	1	0
Diferentes usos	65.69	19.13	27	138
Doméstico	0.00	0.01	4	13
Industrial	133.64	2.94	9	12
Pecuario	0.07	3.05	9	52
Público urbano	144.99	10.71	545	837
Servicios	0.24	13.86	12	79
Total	445.66	193.73	864	1856

¹Diferentes usos o múltiple: se refiere a la utilización de agua nacional aprovechada en más de uno de los usos definidos tanto en la Ley como en el Reglamento, exceptuando el uso para conservación ecológica.

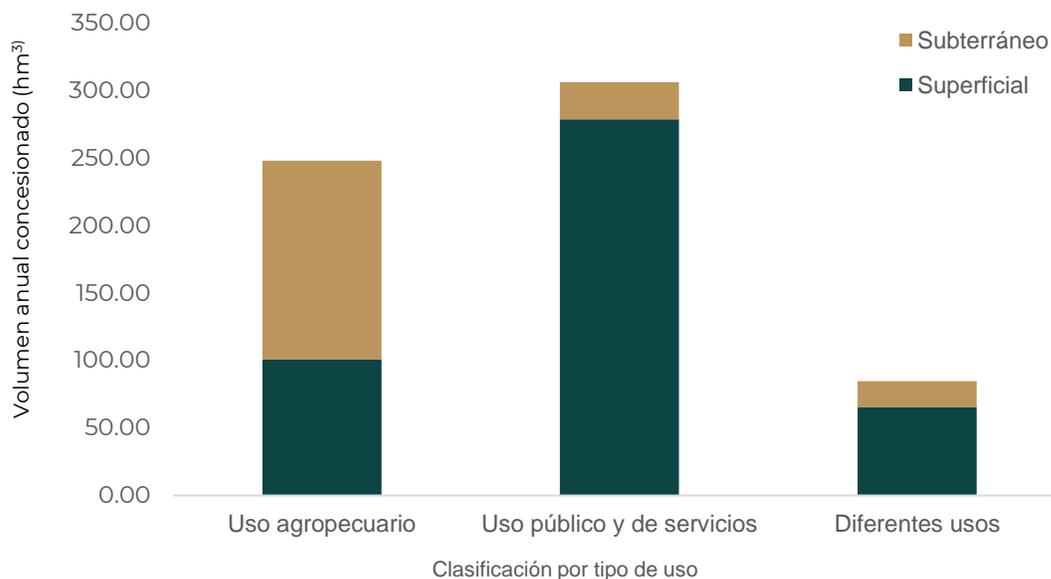


Fig. 25. Volúmenes anuales de agua concesionada o asignada en las cuencas del Río Jamapa.

5.1.1. Demanda de agua superficial

Las fuentes de abastecimiento de concesiones y asignaciones de agua superficial provienen principalmente de arroyos (117), manantiales (185) y ríos (50). El río con el mayor número de títulos registrados corresponde al Atoyac, el cual se ubica en la zona sur de la cuenca, seguidos por los ríos Cotaxtla y Jamapa. Sin embargo, el río con el mayor volumen asignado es Jamapa con 165.24 hm³, seguido de Cotaxtla, cuya principal asignación (104.14 hm³) pertenece al uso industrial. La mayoría de los títulos registrados se distribuyen en la parte alta y media de la cuenca y se destinan principalmente al uso público y de servicios, aunque el recurso destinado al uso agropecuario también es considerable (Tabla 17). Por ejemplo, la Comisión del agua del Estado de Veracruz registra un volumen concesionado de 97.16 hm³ proveniente del río Cotaxtla (Fig. 26).

Tabla 17. Volúmenes de extracción y porcentaje del número concesiones y asignaciones por tipo de uso del agua superficial en la cuenca Río Jamapa.

Clasificación	Número de concesiones	Volumen (hm ³)	Porcentaje (%)
Uso público y de servicios	570	278.87	62.57
Uso agropecuario	267	101.11	22.69
Diferentes usos	27	65.69	14.74
Total	864	445.66	100.00

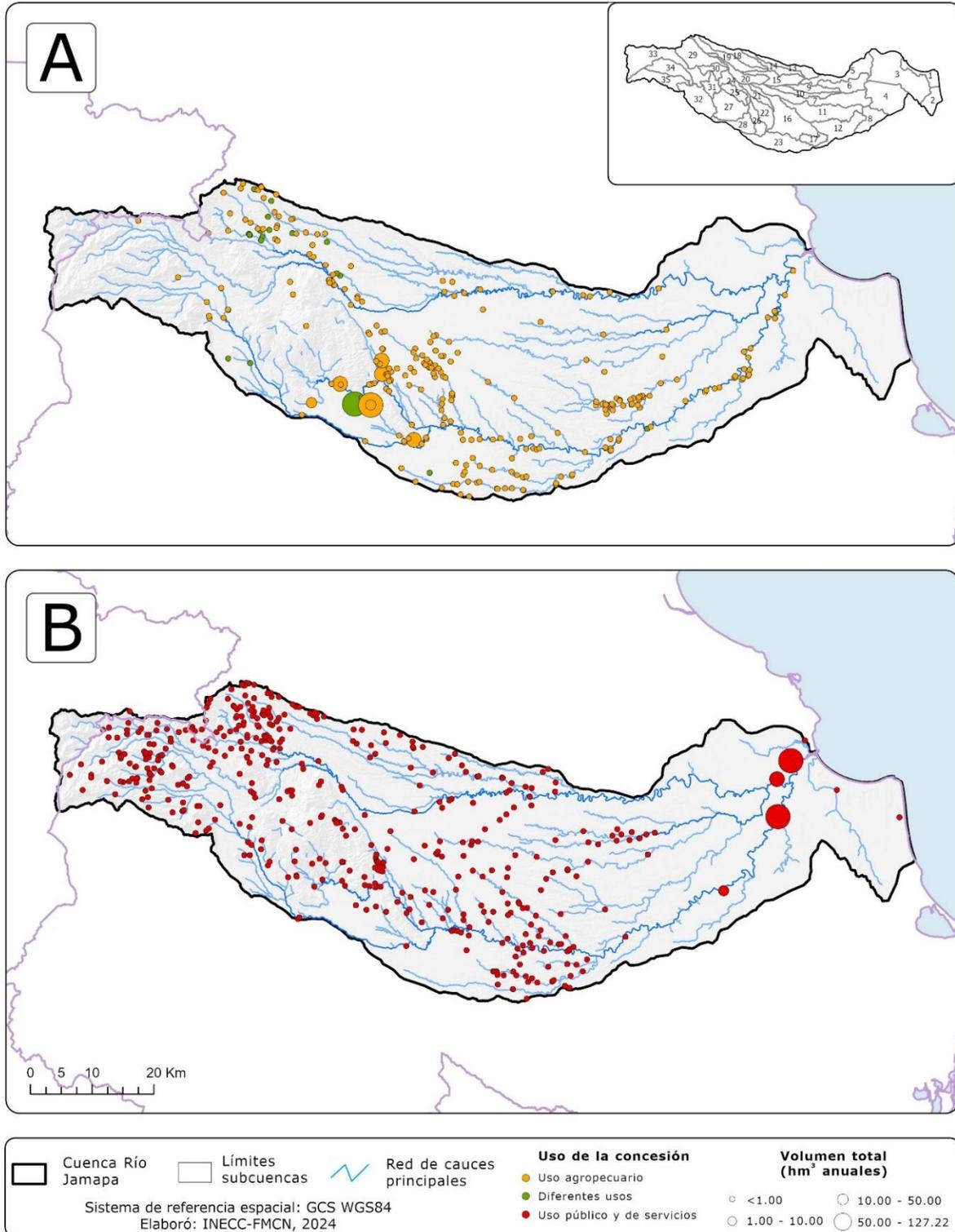


Fig. 26. Mapa de localización y volumen (hm³/año) de las concesiones y asignaciones de agua superficial destinados a (A) usos agropecuarios y diferentes usos y (B) uso público y de servicios en la cuenca del Río Jamapa.

5.1.2. Demanda de agua subterránea

La cuenca del RJ comprende seis acuíferos que forman parte de la Región Hidrológica-Administrativa Golfo Centro, los cuales en su mayoría reportan disponibilidad negativa de agua. El acuífero Cotaxtla, que abarca aproximadamente el 79.43% de la cuenca, refleja un alto grado de presión debido a la extracción anual de agua subterránea (CONAGUA, 2021b) (Tabla 18).

La Figura 27 muestra la distribución de las concesiones y asignaciones de agua subterránea dentro de la cuenca. Las concesiones destinadas a uso público y de servicios (941 concesiones, 27.53 hm³) se concentran tanto en la parte baja de la región como en la parte suroeste, cerca de los poblados de Veracruz y Córdoba, mientras que las asignaciones de uso agropecuario se localizan principalmente en la parte media de la cuenca (777 títulos, 147.06hm³).

Tabla 18. Descripción de los acuíferos que coinciden con la cuenca del Río Jamapa (CONAGUA, 2024).

Estado	Clave	Acuífero	Área (km ²)	Porcentaje de la cuenca (%)	Recarga total / disponibilidad (hm ³ /año)	Disponibilidad ¹
Veracruz	3008	Cotaxtla	3,246.81	79.43	0/-29.2	Negativa
Veracruz	3006	Costera de Veracruz	3,059.39	14.50	0/-15.62	Negativa
Veracruz	3007	Orizaba-Córdoba	1,261.26	3.88	0/-6.3	Negativa
Puebla	2102	Libres-Oriental	3,973.8	1.79	0/-22.37	Negativa
Veracruz	3020	Costera del Papaloapan	2,171.62	0.22	77.8/0	Positiva
Veracruz	3010	Los Naranjos	3,842.66	0.17	117.57/0	Positiva

¹ Condición de los acuíferos con base en la disponibilidad media anual (hm³/año). Disponibilidad negativa= sobreexplotado. Disponibilidad positiva: subexplotado. Fecha de publicación en DOF: 09-11-2023.

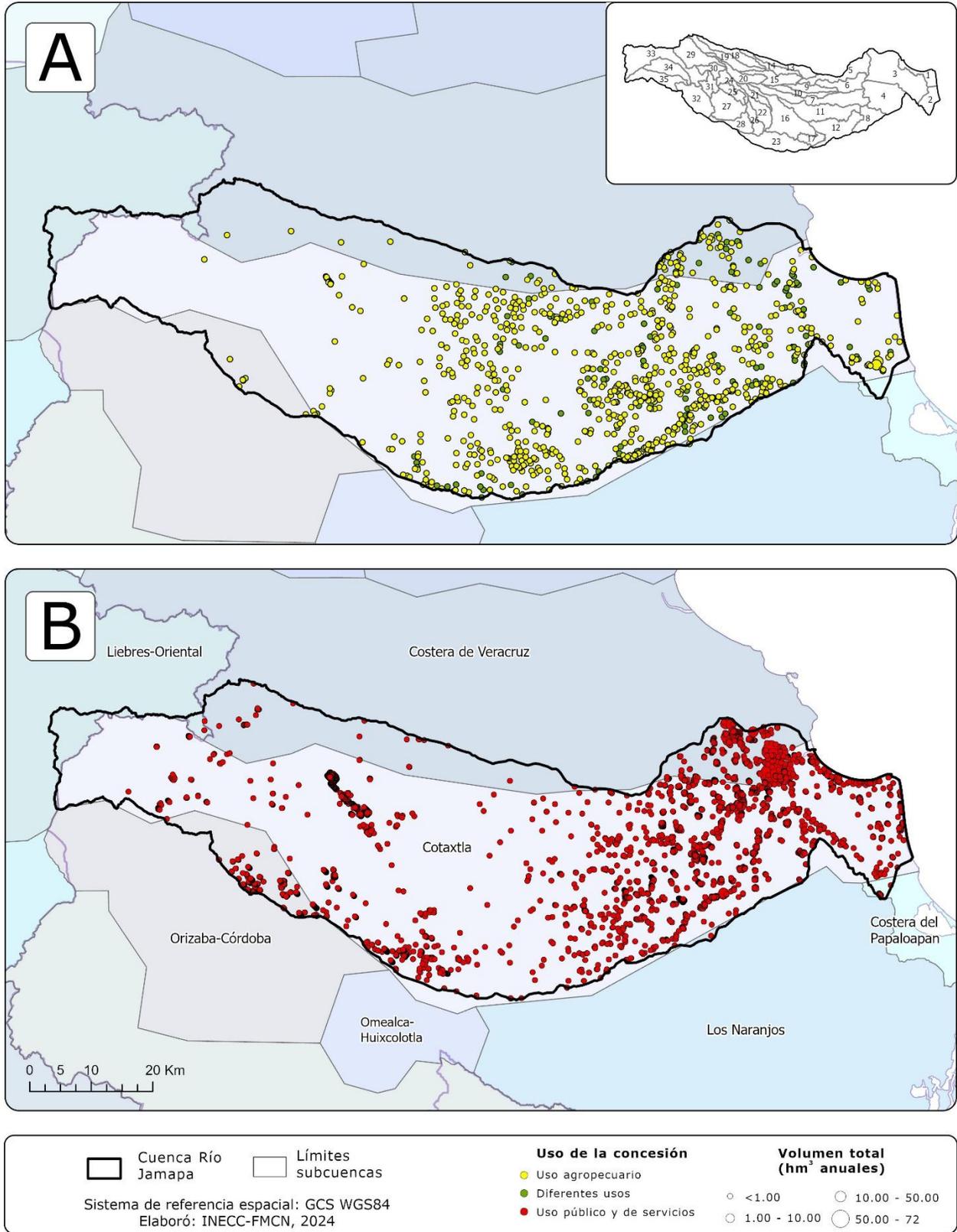


Fig. 27. Mapa de localización de acuíferos y volumen (hm³/año) de las concesiones y asignaciones de agua subterránea destinados a usos agropecuarios y diferentes usos (A) y usos públicos y de servicios (B) en la cuenca del Río Jamapa (CONAGUA, 2024, 2021b).

6. Conectividad hidrográfica

La conectividad hidrográfica se refiere a la vinculación entre las subcuencas en función de la red de flujos superficiales. Las subcuencas se clasificaron en tres categorías, con base en el MDE y el mapa de escorrentía superficial de flujo rápido, generado a partir de la modelación del rendimiento hídrico estacional (InVEST) (Fig. 28):

- 1) **Emisoras:** subcuencas de captación, frecuentemente ubicadas en las partes altas, donde emergen los ríos o se forman los cauces por el deshielo de la nieve en las montañas; y cuyos flujos de agua continúan hacia la parte media y baja de la cuenca.
- 2) **Receptoras-Emisoras:** subcuencas que reciben el agua superficial a través de los cauces originados en las subcuencas emisoras, y mantienen los flujos hasta su desembocadura en la parte más baja de la cuenca.
- 3) **Receptoras:** subcuencas ubicadas en la parte más baja de la cuenca donde desembocan todos los cauces de la red de drenaje superficial.

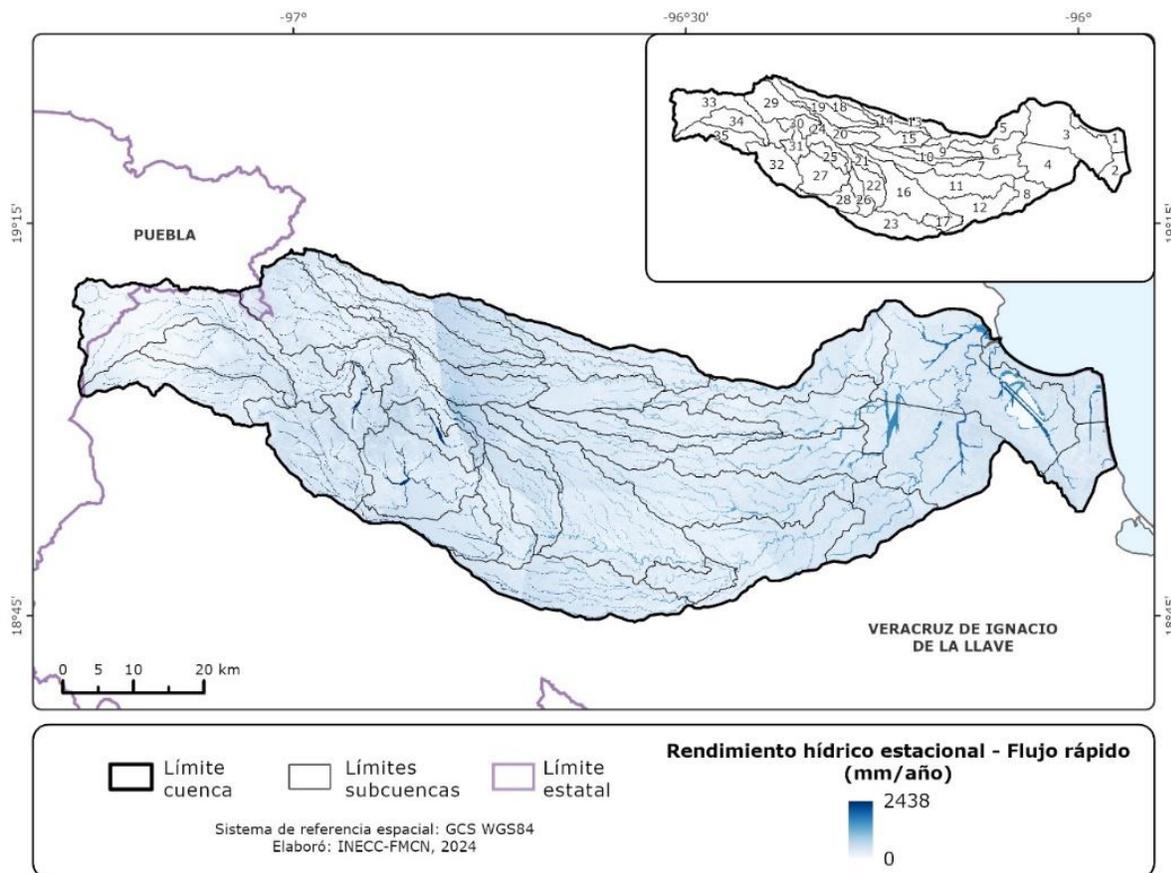


Fig. 28. Mapa de escorrentía superficial de flujo rápido (InVEST, 2024) en la cuenca del Río Jamapa.

Finalmente, se identificaron las subcuencas con mayor conectividad (grado + intermediación) con base en un análisis de redes que se llevó a cabo con el programa de cómputo UCINET 6 (Borgatti et al., 2002) (Fig. 29).

- 1) Grado (GR): número de vínculos directos que tiene cada uno de los nodos.
- 2) Intermediación (IN): número de veces que un nodo se interpone entre otros en su distancia geodésica.

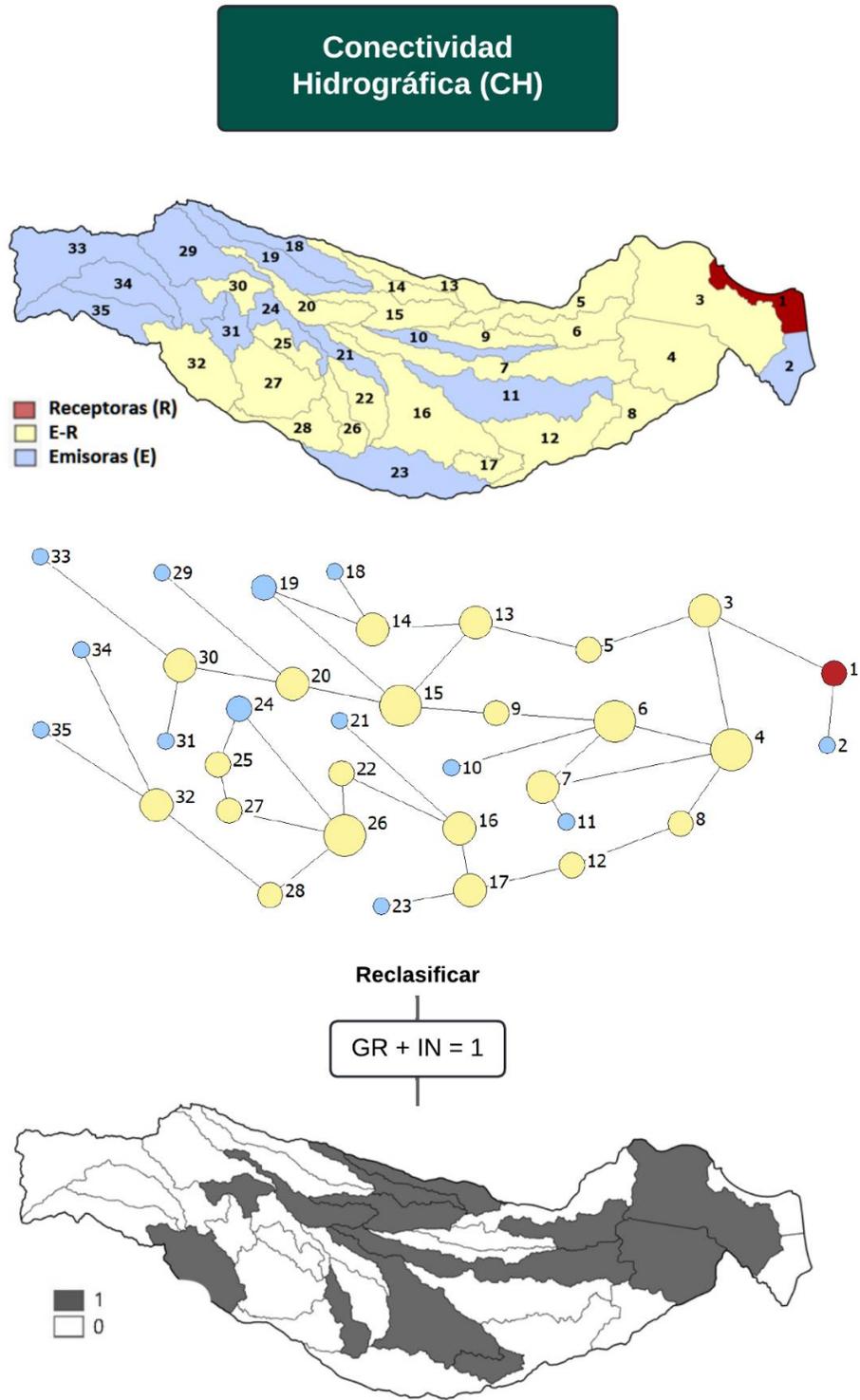


Fig. 29. Esquema de integración y análisis para la identificación de subcuencas (resaltadas en color oscuro) con mayor conectividad. Los colores del gráfico de la red de nodos corresponden a la clasificación de subcuencas, mientras que el tamaño del nodo está en función de su grado (GR) e intermediación (IN).

7. Escenarios para la evaluación de impactos futuros o alternativos

Considerando las crecientes presiones humanas relacionadas con los cambios de uso de suelo y vegetación, así como el cambio climático a nivel global, el uso de escenarios alternativos representa un proceso de evaluación relevante para analizar los impactos potenciales de las diferentes actividades humanas, incluyendo estrategias de conservación o restauración (Gao et al., 2017).

Por ejemplo, se ha demostrado que la presencia de los bosques tiene un efecto positivo en el funcionamiento hidrológico (Laino-Guanes et al., 2016), sin embargo, todas las características biofísicas de un ecosistema (p.ej. clima, suelo, pendiente, tipo de vegetación, altitud) pueden afectar la provisión de los SE (Brauman et al., 2007). Ante esta situación, la modelación de escenarios es una herramienta útil para identificar pérdidas y ganancias de SE debido a los efectos acumulativos de los cambios de uso de suelo, así como para analizar los impactos potenciales del cambio climático o las posibles intervenciones de reforestación o restauración, incluyendo sus limitaciones y beneficios a diferentes escalas (Gao et al., 2017).

El objetivo de la definición de escenarios es conceptualizar experimentos de modelación para la evaluación de resultados. Para lograrlo es necesario definir un diferencial que cuantifique el valor adicional de los beneficios o posibles consecuencias de las intervenciones simuladas a través de la comparación de escenarios futuros plausibles. La variable temporal y los supuestos del estado futuro son determinantes en esta conceptualización.

7.1. Escenarios de cambio climático

Los escenarios de cambio climático son representaciones plausibles del clima futuro ante diferentes tasas de emisiones de gases de efecto invernadero, que brindan información sobre la evolución de las condiciones climatológicas, pero que están sujetas a esquemas de probabilidad condicional ante diversas posibilidades de desarrollo y las modificaciones humanas de la naturaleza (INECC, 2022; IPCC, 2022a).

En los PAMIC, estos escenarios son un elemento clave para el desarrollo de planes y estrategias de adaptación y mitigación ante el cambio climático. Por lo tanto, los escenarios de cambio climático incorporan las proyecciones del Proyecto de Intercomparación de Modelos de Acoplados (CMIP6-*Coupled Model Intercomparison Project*) derivadas del Sexto Informe de Evaluación (AR6) del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2021).

Las proyecciones desarrolladas en el CMIP6 incluyen un mayor número de grupos de modelación, de escenarios futuros, de experimentos realizados y de diferencias en la sensibilidad climática (calentamiento esperado a largo plazo después de duplicar las concentraciones de CO₂ atmosférico) en comparación con el proyecto antecesor (CMIP5) (INECC, 2022).

Los escenarios actualizados en el CMIP6 se denominan “Trayectorias Socioeconómicas Compartidas” (*Shared Socioeconomic Pathways - SSPs*), las cuales representan diferentes niveles de forzamiento radiativo y ofrecen una selección más amplia de futuros socioeconómicos posibles (Fig. 30).

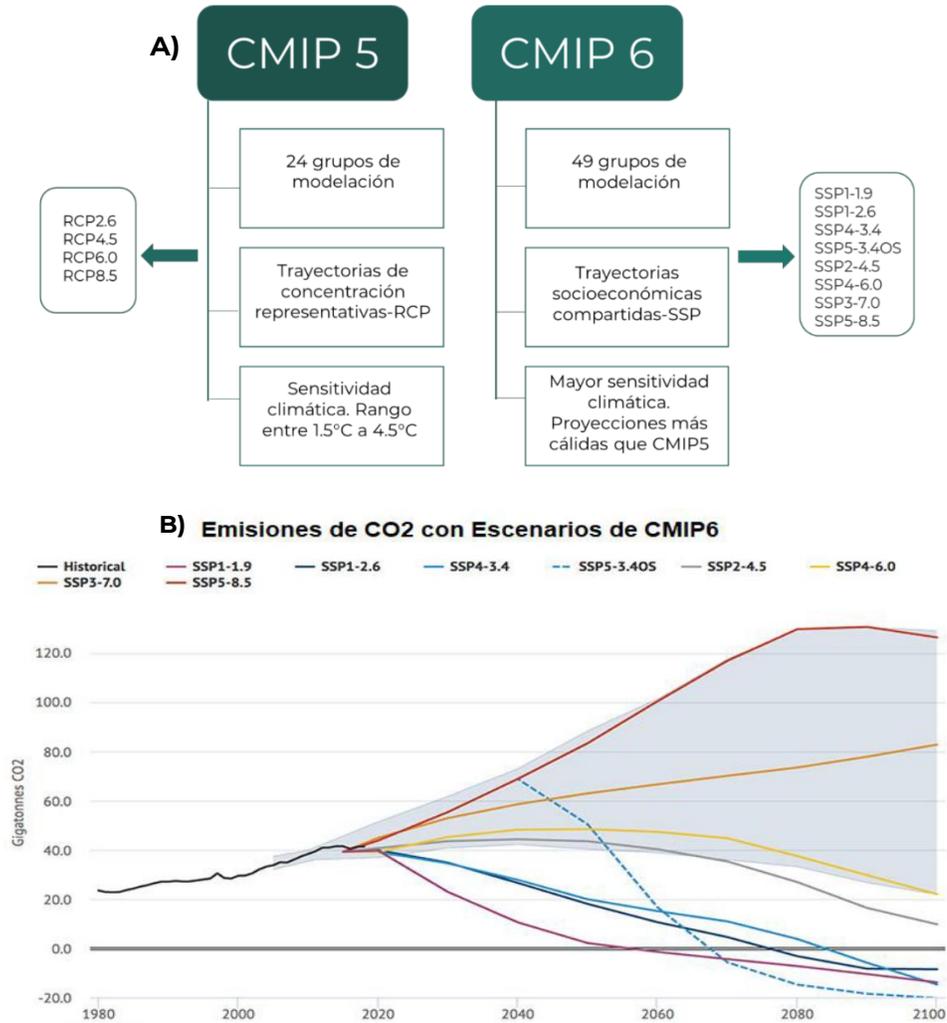


Fig. 30. Principales diferencias entre CMIP5 y CMIP6 (INECC, 2022). B) Escenarios futuros de emisiones de CO2 descritos en CMIP6, incluyendo emisiones históricas de CO2 (en color oscuro). El área sombreada representa el intervalo de escenarios de referencia sin políticas (Hausfather, 2019).

De acuerdo con lo anterior, los PAMIC incorporan las proyecciones del escenario SSP5-8.5 a un horizonte medio (2041-2060) considerando anomalías climáticas (desviación de una variable a partir de su valor promediado en un periodo de referencia). La información geoespacial se descargó y procesó a partir del Atlas Interactivo del IPCC, (2022b) y las bases de datos de UNIATMOS-UNAM, (2022) (Tabla 19).

Tabla 19. Comparación de los valores promedio de precipitación y temperatura media anual de la línea base y las proyecciones del escenario SSP5-8.5.

Variable	Proyecciones	Mínimo	Máximo	Promedio
Precipitación (mm)	Línea base	898.0	2,442.0	1,512.1
	SSP5-8.5	872.7	2,354.5	1,445.4
Temperatura (°C)	Línea base	-1.9	26.4	22.6
	SSP5-8.5	0.1	28.4	24.6

7.2. Escenarios de usos de suelo y vegetación

Además de incorporar las proyecciones de cambio climático, la construcción de los escenarios se realizó de manera participativa, incorporando la información proporcionada por los participantes en los talleres. Las simulaciones de cambios en el uso del suelo y la vegetación (USV) se basaron en esta información, considerando los siguientes tres enfoques:

1) Conservación: se comparó el escenario de línea base, que incluye las áreas actuales con vegetación natural (bosques, selvas y manglares) y las áreas naturales protegidas (ANP), con un escenario de degradación. Este análisis se realizó para evaluar los impactos potenciales en los SE asociados con la pérdida o deterioro de zonas que actualmente se encuentran en buen estado de conservación.

El escenario de conservación para la cuenca RJ simuló:

- a) Aumento de las zonas urbanas con base en las tendencias históricas (comparación de los mapas de USV de las series III y VII, INEGI, 2018, 2002)
- b) Expansión de la frontera agrícola y pecuaria: Se modeló a partir de las tendencias de disminución de las coberturas forestales registradas entre 2000 y 2021 (Hansen et al., 2013), así como de la conversión de vegetación a pastizales en áreas afectadas por incendios forestales (IDEFOR, 2023).
- c) Disminución de la superficie del manglar en zonas identificadas con problemas de deforestación y desarrollo inmobiliario, identificadas en el primer taller participativo para la elaboración del PAMIC.

1) **Restauración:** se comparó el escenario de línea base con un escenario donde se implementan acciones de restauración o reforestación para evaluar los posibles impactos en los SE asociados con el incremento de la vegetación.

El escenario de restauración para la cuenca RJ simuló:

- a) Aumento de las zonas urbanas a una menor tasa de crecimiento asociado a la implementación de instrumentos de planeación territorial (INEGI, 2018, 2002).

- b) Disminución de la frontera agrícola y pecuaria con base en las tendencias de ganancias forestales registradas en el periodo 2000-2012 (Hansen et al., 2013).
 - c) Aumento de la zona de manglar y establecimiento de franjas de vegetación (30 m) en zonas identificadas de los ríos Jamapa, Cotaxtla y Atoyac durante el segundo taller participativo para la elaboración del PAMIC.
- 2) **Adecuación de prácticas productivas:** Se comparó el escenario de línea base con un escenario que incorpora prácticas orientadas a fortalecer la producción sostenible, para evaluar sus posibles efectos sobre los SE. En este contexto, el escenario de adecuación de prácticas para RJ simuló:
- a) Aumento de las zonas urbanas a una menor tasa de crecimiento asociado a la implementación de instrumentos de planeación territorial (INEGI, 2018, 2002).
 - b) Disminución de la frontera agrícola y pecuaria con base en las tendencias de ganancias forestales registradas en el periodo 2000-2012 (Hansen et al., 2013).
 - c) Modificación del factor P en la tabla biofísica que se requiere para el módulo de pérdida potencial de suelos (InVEST). Este factor hace referencia a la aplicación de prácticas de conservación de suelos como terrazas, cultivos de ladera y surcado (Loredo-Osti et al., 2007).
 - d) Disminución de las cargas de nutrientes (N y P) asociadas a la aplicación de fertilizantes descritos en las entrevistas con personas productoras.
 - e) Aumento de la zona de manglar y establecimiento de franjas de vegetación (30 m) en zonas identificadas de los ríos Jamapa, Cotaxtla y Atoyac durante el segundo taller participativo para la elaboración del PAMIC.

La Tabla 20 resume las simulaciones consideradas para cada uno de los enfoques de los PAMIC. La construcción de escenarios y el geoprocésamiento se llevó a cabo con el uso de la herramienta de InVEST (Generador de escenarios basados en proximidad al límite de un uso de suelo determinado) y ArcGIS Pro (ESRI, 2024).

Tabla 20. Escenarios de uso de suelo y vegetación (USV) para cada uno de los enfoques de conservación, restauración y adecuación de prácticas en la cuenca del Río Jamapa.

Línea base	Conservación	Restauración	Adecuación de prácticas
<p>Zona urbana</p>  	<p>Aumento con base en las tendencias históricas (INEGI, 2002, 2018).</p> 	<p>Aumento a menor tasa de crecimiento simulando la implementación de instrumentos de planeación territorial (INEGI, 2002, 2018).</p> 	<p>Aumento a menor tasa de crecimiento simulando la implementación de instrumentos de planeación territorial (INEGI, 2002, 2018).</p> 
<p>Pastizales</p>  	<p>Conversión de uso de suelo y vegetación en polígonos identificados con impacto por incendios forestales (IDEFOR, 2023) y aumento con base en la pérdida forestal (Hansen, 2013).</p> 	<p>Disminución con base en las tendencias de ganancias forestales (Hansen, 2013).</p> 	<p>Disminución con base en las tendencias de ganancias forestales (Hansen, 2013) y simulación de prácticas de conservación de suelo (modificación del factor P).</p> 
<p>Cultivos agrícolas</p>  	<p>Expansión de la frontera agrícola (INEGI, 2002, 2018).</p> 	<p>Disminución con base en las tendencias de ganancias forestales (Hansen, 2013).</p> 	<p>Disminución con base en las tendencias de ganancias forestales (Hansen, 2013) y simulación de prácticas agroecológicas (disminución en la cantidad de nutrientes asociados a fertilizantes).</p> 
<p>Manglares</p>  	<p>Disminución del manglar en zonas identificadas con problemas de deforestación y desarrollo inmobiliario (Primer Taller PAMIC, 2024)</p> 	<p>Reforestación del manglar y establecimiento de franjas de vegetación (60m) en zonas identificadas de los ríos Jamapa, Cotaxtla y Atoyac (Segundo Taller PAMIC, 2024)</p> 	<p>Reforestación del manglar y establecimiento de franjas de vegetación (60m) en zonas identificadas de los ríos Jamapa, Cotaxtla y Atoyac (Segundo Taller PAMIC, 2024)</p> 

8. Proceso de integración para la priorización territorial y focalización de intervenciones

La incertidumbre se refiere a la aleatoriedad o el error proveniente de información desconocida o de diferentes variables aproximadas. Esta incertidumbre también está asociada a los errores de aproximación o errores numéricos en el cálculo de las ecuaciones del modelo, en comparación con los valores reales o teóricos esperados (Ochoa-Tocachi et al., 2022).

Algunos análisis de incertidumbre permiten reportar el efecto de los posibles errores de aproximación inherentes a cualquier modelo, en función de la probabilidad. De esta forma, se puede estimar cuál es el resultado más probable y cuál es el intervalo de variabilidad determinado con cierto nivel de confianza (generalmente del 90 % o del 95%).

En el caso de los PAMIC, las diferencias significativas entre los resultados de línea base y cada uno de los escenarios a nivel de cuenca y subcuenca se determinaron con base en análisis estadísticos (nivel de significancia= 5%) aplicados a 50,000 puntos distribuidos en toda la cuenca de manera aleatoria, para finalmente ponderar las subcuencas con diferencias significativas. Todo el proceso estadístico y geoespacial se llevó a cabo con el uso de ArcGIS Pro (ESRI, 2024) y el software R (R Core Team, 2024) ([código](#) ). La descripción detallada del análisis estadístico se puede consultar en la guía metodológica.

La integración de los resultados descritos en los pasos anteriores permite la identificación de subcuencas prioritarias para promover acciones de conservación (Fig. 31), restauración (Fig. 32) y adecuación de prácticas productivas (Fig. 33). Esta información es la base para la construcción de una agenda ambiental, la cual tiene como objetivo fortalecer los procesos de gobernanza y la toma de decisiones en la planeación territorial para cada uno de los enfoques.

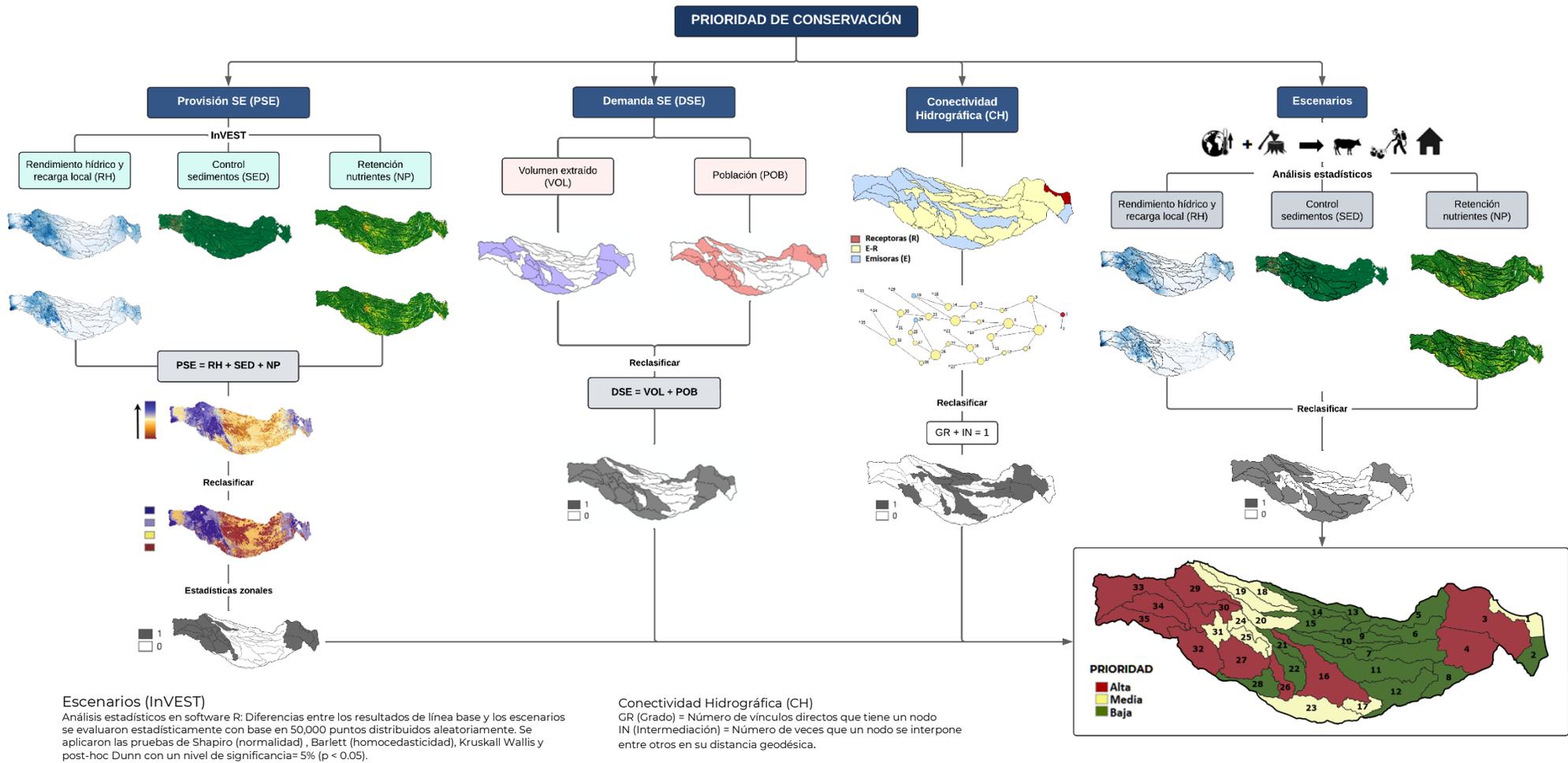


Fig. 31. Esquema de integración y análisis para la priorización territorial: identificación de subcuencas prioritarias para la implementación de acciones de conservación en la cuenca del Río Jamapa.

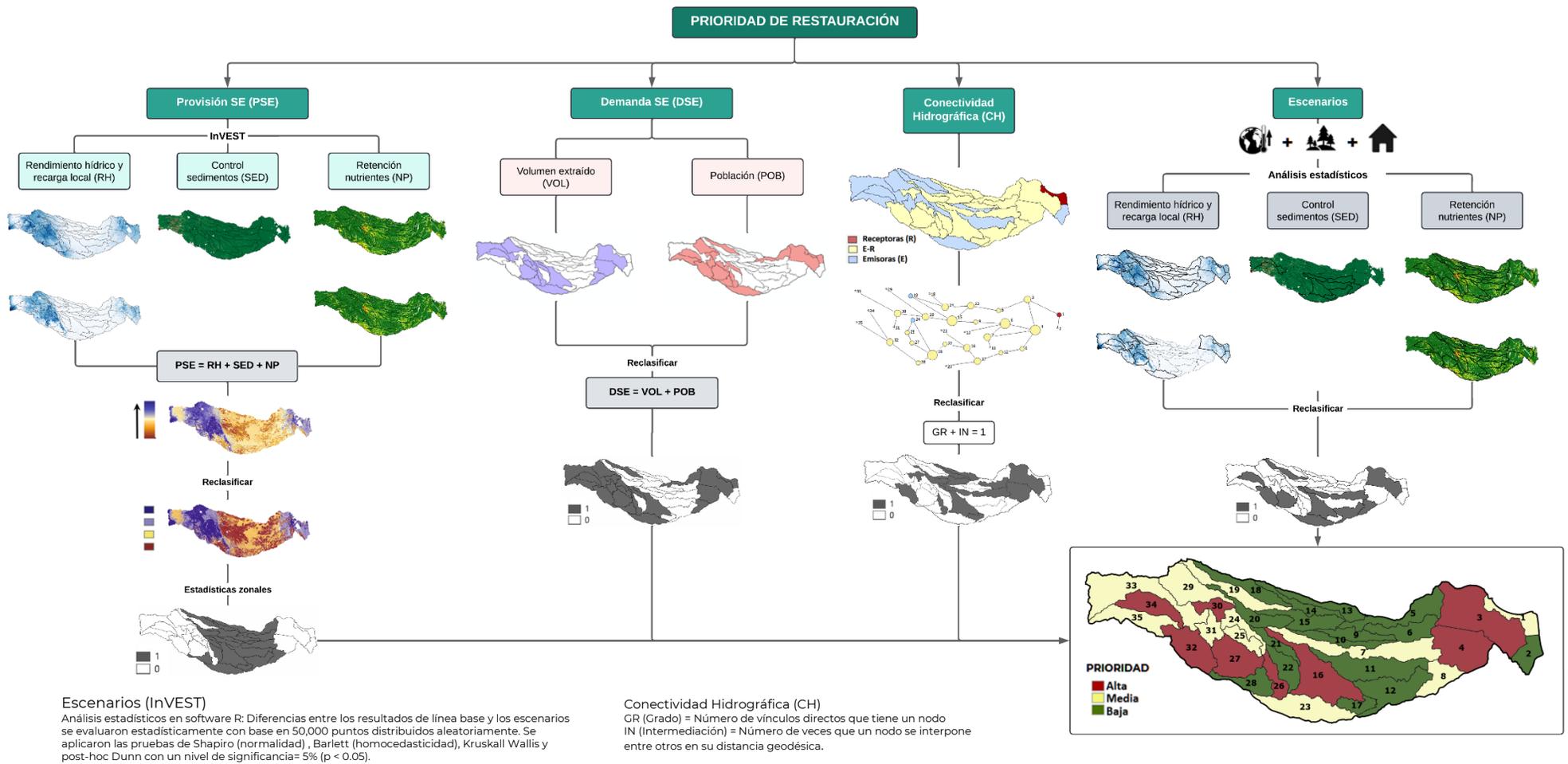


Fig. 32. Esquema de integración y análisis para la priorización territorial: identificación de subcuencas prioritarias para la implementación de acciones de restauración o rehabilitación en la cuenca del Río Jamapa.

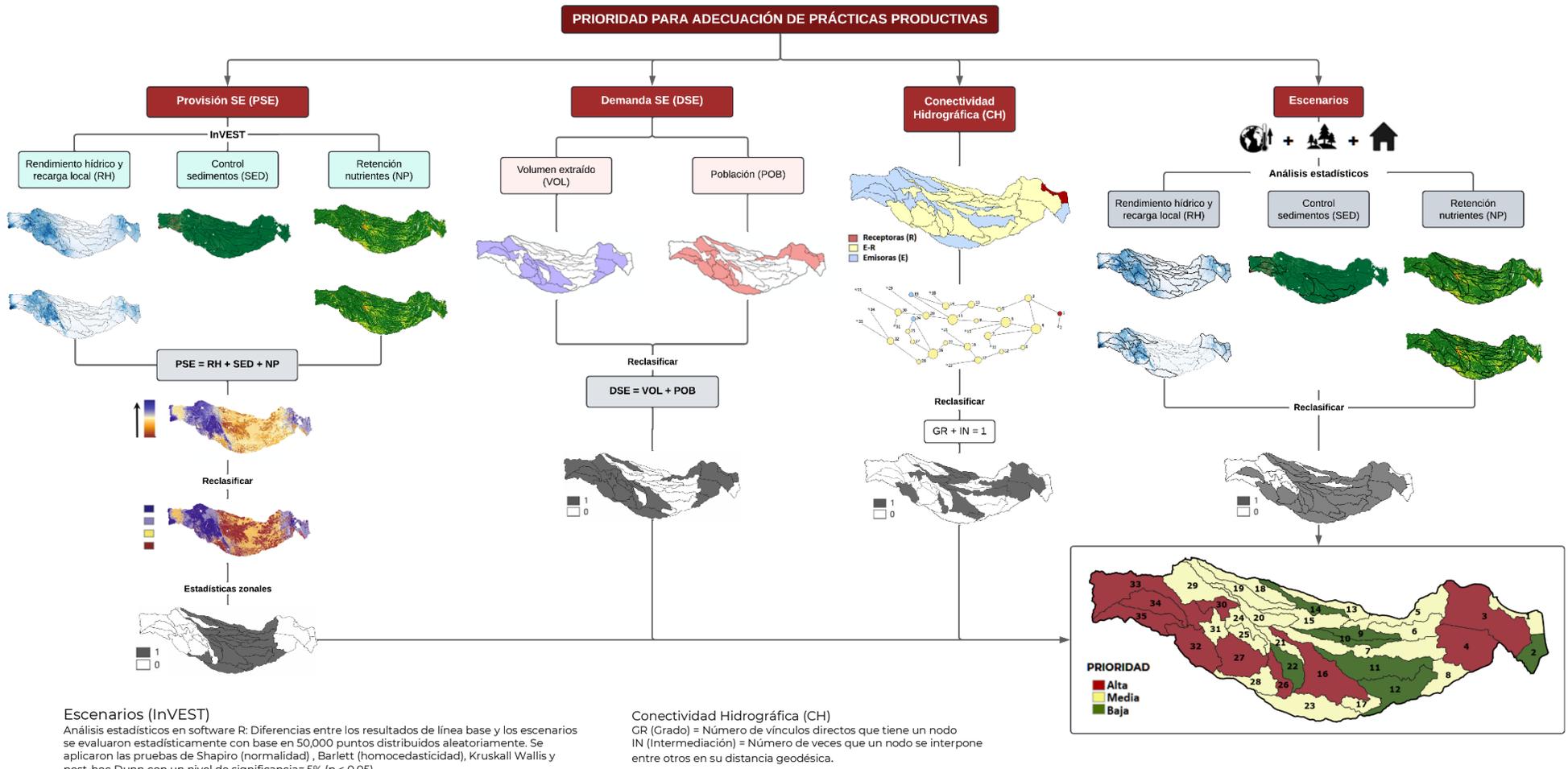


Fig. 33. Esquema de integración y análisis para la priorización territorial: identificación de subcuencas prioritarias para la implementación de acciones de restauración o rehabilitación en la cuenca del Río Jamapa.

Agenda ambiental

La agenda ambiental de los PAMIC está encaminada a promover la corresponsabilidad territorial en el mantenimiento de los servicios ecosistémicos, a través de la vinculación entre las características socio-ecológicas, los instrumentos o programas de gestión y la identificación espacial de sitios prioritarios. La construcción de este marco estratégico es fundamental para coordinar acciones entre diferentes actores y sectores involucrados en la gestión de la cuenca del Río Jamapa.



9. Agenda ambiental

Los PAMIC son instrumentos que identifican y analizan las características socio-ecológicas e interconexiones entre las subcuencas, con base en la relación de la oferta-demanda de SE que son fundamentales para el bienestar humano y el manejo integral de los recursos hídricos, como la cantidad y calidad de agua relacionada con la disponibilidad superficial y subterránea, el transporte de nutrientes, la regulación de flujos y el control de la erosión hídrica (FAO, 2016).

Un enfoque de **corresponsabilidad social y territorial** para la protección de ecosistemas y el mantenimiento de sus SE a nivel de cuenca hidrográfica es fundamental para analizar las posibles compensaciones derivadas de las externalidades tanto positivas como negativas, las cuales se asocian con los flujos de agua que transcurren desde las partes más altas de la cuenca hasta su desembocadura en las partes más bajas. Asimismo, los cambios en la provisión de SE pueden tener impactos diferenciados entre los individuos que conforman una comunidad, debido a que el acceso y la gestión de los recursos podría estar determinado por acuerdos locales, tipos de tenencia de la tierra, género, etnicidad, condición social o contexto cultural (Daw et al., 2011).

Con base en lo anterior, en este último apartado se generan las bases para la construcción de una agenda ambiental, la cual tiene como objetivo fortalecer los procesos de gobernanza y la toma de decisiones en la planeación territorial para la provisión y mantenimiento de los SE, considerando una participación corresponsable o de responsabilidad compartida a partir de los siguientes pasos (Fig. 34):

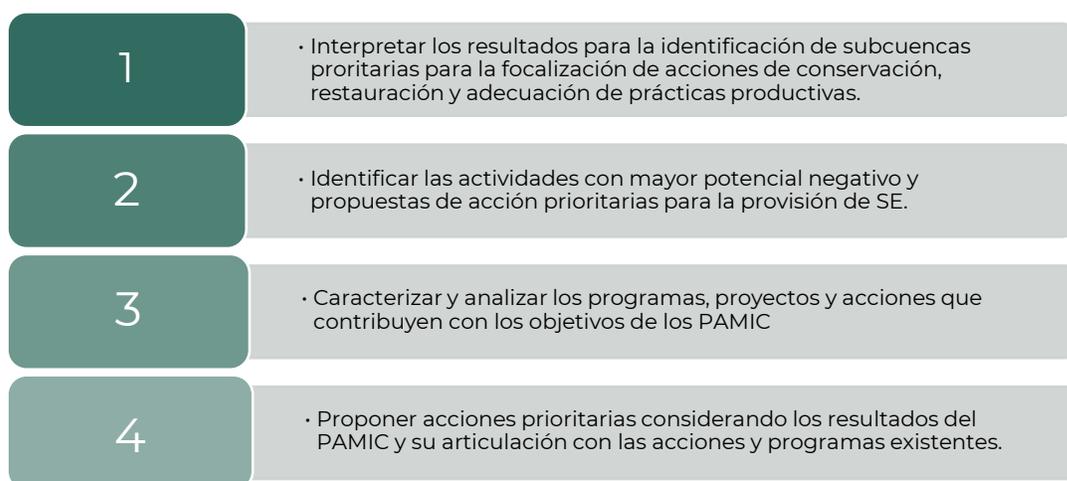


Fig. 34. Esquema metodológico para la construcción de la agenda ambiental de los PAMIC.

9.1. Actividades o eventos con mayor impacto potencial en la provisión y mantenimiento de los servicios ecosistémicos (SE) con perspectiva de género.

El proceso de planeación e implementación del componente participativo en la elaboración del PAMIC de la cuenca RJ tiene como objetivo integrar la visión territorial de las personas que residen en las cuencas, incorporando una perspectiva de género. Este componente representa un espacio que facilita la comunicación entre actores clave para conocer sus perspectivas relacionadas con los objetivos y el proceso de elaboración de los PAMIC, con la finalidad de promover la apropiación, seguimiento e implementación de esta herramienta, desde el inicio de su diseño y hasta su implementación. Con este objetivo, la elaboración del PAMIC de la cuenca RJ incorpora la visión territorial de las comunidades, personas propietarias y otros actores clave a partir de los resultados de dos talleres participativos y entrevistas dirigidas a personas productoras que desarrollan actividades agrícolas y pecuarias en el territorio (ANEXO 5).

El primer taller se llevó a cabo el 09 de mayo de 2024 en Huatusco, Veracruz. El taller contó con la participación de 20 personas (10 mujeres y 10 hombres) representantes de Organizaciones Locales Legalmente Constituidas (OLLC) o personal técnico involucrado en proyectos de incidencia en la cuenca del RJ (Secretaría de Bienestar; Pronatura Veracruz; Colegio de Postgraduados (COLPOS); Sistemas Productivos de Jamapa; Centro de Estudios Geográficos, Biológicos y Comunitarios (GEOBICOM S.C.); Campesinos Unidos por el Progreso de los Pueblos A.C.; Conecta Tierra A.C.; Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano-CONANP; Lomas del Porvenir S. de P.R. de R.L.; Parque Nacional Pico de Orizaba-CONANP; Ecotur Amatlán De Los Reyes S.C. de R.L. de C.V.; Gente Sustentable A.C.).

El objetivo del taller fue identificar las presiones (actividades o eventos) con impactos potenciales en el suministro de SE, considerando su temporalidad y alcance en la cuenca RJ para la elaboración participativa y con enfoque de género del PAMIC.

Durante la caracterización de actividades y eventos con enfoque de género, surgieron reflexiones que revelan la complejidad y el dinamismo de las relaciones entre hombres y mujeres, así como la variabilidad en la división del trabajo en cada tarea y la diversidad de actores involucrados en el territorio. En términos generales, se analizaron aspectos como la división sexual del trabajo, el acceso a recursos, la toma de decisiones, los impactos potenciales de eventos extremos, y las habilidades y capacidades para enfrentarlos.

La caracterización con enfoque de género se basó en los conocimientos y experiencias de las personas participantes, por lo que los resultados no necesariamente representan el mismo escenario en la totalidad de la cuenca RJ, debido a que las características de los vínculos entre el género y el ambiente pueden variar de acuerdo con el contexto sociocultural. No obstante, las

conclusiones y reflexiones derivadas de este ejercicio destacan la importancia de incorporar la perspectiva de género en las iniciativas de conservación, restauración y adecuación de prácticas para evitar la profundización de desigualdades preexistentes y promover un manejo más inclusivo, equitativo y sostenible de los recursos. Con ese propósito, el ANEXO 4 proporciona lineamientos generales y ejemplos de medidas para integrar la perspectiva de género en cada etapa de proyectos o iniciativas de restauración, conservación y adecuación de prácticas ganaderas y agroforestales.

En los siguientes apartados se describe de manera general y con perspectiva de género las principales actividades o eventos con impacto potencial en la provisión y mantenimiento de SE identificadas por las personas que participaron durante en el taller.

9.1.1. Explotación de agua

De acuerdo con lo expresado en el taller, la cuenca del RJ enfrenta una creciente escasez de agua debido a la sobreexplotación de sus recursos hídricos, tanto superficiales como subterráneos. En la cuenca alta y media, se prioriza la extracción de agua superficial, mientras que en la cuenca baja se intensifica la explotación de aguas subterráneas. En la cuenca media, la extracción de agua superficial se destina principalmente al uso agropecuario, particularmente en la comunidad de Atoyac, en contraste, en la cuenca baja, este recurso se emplea predominantemente para uso público y de servicios, con mayor concentración en las zonas urbanas de Paso del Toro y Boca del Río. Por su parte, la extracción de agua subterránea se destina principalmente a usos agropecuarios en cuenca media y baja, mientras que los títulos destinados al uso público y de servicios se concentran en los asentamientos de cuenca baja como lo es la comunidad de El Tejar (CONAGUA, 2021b).

En los últimos 10 años, los nuevos títulos de concesión de agua superficial se han destinado principalmente al uso público y de servicios, especialmente a la Comisión del Agua del Estado de Veracruz, en los municipios de Medellín de Bravo, Coscomatepec y Atoyac (CONAGUA, 2021b). En cuanto al agua subterránea, los nuevos títulos de concesión se destinaron principalmente al uso agropecuario. Sin embargo, el mayor volumen de agua concedida fue asignada a constructoras en el municipio de Veracruz (CONAGUA, 2021b).

Respecto al uso industrial en la cuenca RJ, las concesiones de agua recientes se han asignado a la agroindustria del café, especialmente en el municipio de Huatusco. Sin embargo, el mayor volumen de agua superficial destinada al sector industrial se utiliza en la producción de acero y en la fabricación de productos petroquímicos (DOF, 1988b), en los municipios de Medellín de Bravo y Cotaxtla, respectivamente. Además, la explotación de agua subterránea en la industria se

orienta principalmente a la elaboración de productos petroquímicos y gas, a cargo de PEMEX en el municipio de Cotaxtla.

En el ámbito de género, la explotación del agua presenta marcadas desigualdades, reflejadas en la división de roles y el acceso a recursos productivos y financieros. Mientras los hombres se encargan principalmente de la provisión de agua para actividades agrícolas y ocupan posiciones clave en comités comunitarios, las mujeres asumen la responsabilidad del abastecimiento y manejo del agua en el ámbito doméstico, destacándose en el cumplimiento de pagos de servicios. Esta diferenciación está vinculada a la tenencia de la tierra, donde los hombres, al ser mayoritariamente propietarios, tienen derechos sobre las concesiones de agua, limitando el acceso de las mujeres a estos recursos. Además, las mujeres enfrentan barreras para integrarse en actividades productivas como en la agricultura o el riego, así como en organizaciones ganaderas, que están dominadas por hombres. Aunque su participación comunitaria está en aumento, la toma de decisiones sigue influenciada mayoritariamente por los hombres, quienes también ocupan la mayoría de los puestos de liderazgo político e institucional, (INEGI, 2007).

9.1.2. Agricultura y uso de agroquímicos

Las actividades agrícolas dentro de la cuenca del RJ ocupan aproximadamente 1,942.13 km² (49.6% de la superficie). Los cultivos predominantes en la cuenca alta son el maíz, el frijol y la papa, así como cultivos de avena y cebada, especialmente cultivados para forraje de ganado equino y vacuno. Dentro de los huertos familiares se cultiva durazno, manzana y pera y se cuenta con pequeñas huertas de ciruela y aguacate, este último principalmente en la zona húmeda de Veracruz (CONANP, 2015; Nataren-Velazquez et al., 2020). Conforme se desciende en altitud, los cultivos predominantes son el café y la caña dentro de la franja de bosque de pino y pino-encino. De acuerdo con lo comentado en los talleres, dentro de la cuenca media, se cultiva principalmente maíz, caña y limón. Y hacia la cuenca baja se pueden observar algunas plantaciones de árboles frutales como cítricos, piña y sandía. En cuanto a las técnicas de preparación de la tierra se suele practicar el chapeo para el control de malezas, el subsoleo y la aplicación de composta, con el uso frecuente de insumos comerciales como fosfato diamónico (DAP o abono negro), urea y algunas mezclas de nutrientes y minerales que se aplican con base en la experiencia de las personas productoras.

De acuerdo con lo mencionado en el taller, en los últimos años se percibe un incremento de las zonas agrícolas principalmente en la zona alta y media de la cuenca, donde predominan cultivos como maíz, frijol, caña de azúcar, limón y aguacate. La transición hacia monocultivos, como el aguacate, los cítricos y el chayote en sustitución del café, ha generado un aumento en la deforestación del bosque mesófilo de montaña (CONANP, 2023) y las áreas de coníferas en la parte alta montañosa del Parque Nacional Pico de Orizaba (CONANP, 2015).

Se ha reportado que el aguacate se cultiva principalmente como monocultivo en la zona, utilizando hasta 16 fuentes de fertilizantes con diferentes concentraciones, tanto sintéticos como orgánicos (Nataren Velázquez et al., 2020). De igual forma los monocultivos favorecen la erosión y la pérdida de fertilidad del suelo, mientras que las prácticas agroforestales aplicadas al cultivo de aguacate son más productivas y económicamente más rentables que los sistemas de monocultivo (Nataren Velázquez et al., 2020).

Algunos municipios como Chocamán, Coscomatepec y, Huatusco, entre otros, están dedicado parte de sus territorios al establecimiento de plantaciones de agroforestería y cafecultura, es decir, se ha buscado enriquecer las plantaciones monoespecíficas por plantaciones multiespecíficas, combinando el café, como principal producto, con plátano, especies maderables, especies frutales y/o especies para semilla, como la pimienta y el cardamomo. Estas actividades permiten la obtención de madera para construcción y leña, la protección del suelo y la conservación de las áreas forestales (CONANP, 2015, 2023).

Respecto al enfoque de género la agricultura en la cuenca refleja una división de roles, donde los hombres predominan en labores de preparación de terreno, mantenimiento y aplicación de agroquímicos, mientras que las mujeres participan mayormente en la recolección, selección y empaqueo de cultivos como café, chile y aguacate. Aunque las mujeres enfrentan limitaciones por labores domésticas y menor acceso a recursos productivos y financieros, su participación en espacios de liderazgo y organización comunitaria ha incrementado, impulsada en parte por la migración masculina (Rosas-Mujica, 2006). Sin embargo, los hombres continúan controlando la titularidad de la tierra, los proyectos agrícolas y los recursos financieros, lo que perpetúa desigualdades estructurales (INEGI, 2007). Este contexto subraya la importancia de políticas que promuevan el acceso equitativo a recursos y liderazgo para las mujeres en el sector agrícola.

9.1.3. Ganadería

Las actividades ganaderas en la región han sido uno de los factores determinantes para el cambio de uso de suelo en la región y la pérdida de cobertura forestal (CONANP, 2015). El paisaje de la cuenca RJ es evidentemente agropecuario, aproximadamente el 66% de la superficie territorial se destina a actividades ganaderas y agrícolas. Por su parte, los pastizales mayormente cultivados representan el 17% del uso de suelo. Cotaxtla, Medellín de Bravo, Alvarado, Soledad de Doblado y Comapa son los más relevantes en cuanto a superficie de pastizales cultivados. En estos municipios, el rango de superficie va de 20,993 hectáreas de pastizales de Cotaxtla, a 6,424 en Comapa (FGM, 2022).

Particularmente, los municipios de Jamapa, Tlaxicoyan, Medellín de Bravo y Cotaxtla destinan más del 60% de su superficie a la actividad ganadera (INEGI, 2016). La ganadería en la cuenca RJ,

particularmente en su parte baja, sigue siendo una actividad relevante, predominando la producción de carne y lácteos (Gudiño, 2022). Sin embargo, se ha reportado procesos de erosión moderados y potencialmente fuertes en la cuenca debido a los impactos de la actividad ganadera en la cuenca (SADER, 2019).

En Veracruz, la mayoría de los productores cuenta en promedio con seis cabezas en su Unidad de Producción Pecuaria (UPP) en una extensión de 10 hectáreas; el 80% de los propietarios son hombres y el 20% mujeres (Zavaleta-Lizarraga et al., 2022). Dentro de la cuenca, los municipios con mayor número de UPP son Tlaxiucoyan (3,065 UPP), Alvarado (1,440 UPP) y Cotaxtla (1,145 UPP), los cuales pertenecen a la zona baja de la cuenca, a diferencia de los municipios Atoyac (5 UPP), Tepatlaxco (5 UPP) y Calchahualco (3 UPP) que cuentan con el menor número de UPP y que pertenecen a la cuenca alta y media (PGN, 2024).

La producción ganadera desde una perspectiva de género pone de manifiesto la marcada división del trabajo y las desigualdades en el acceso a recursos y toma de decisiones. Los hombres suelen encargarse de las actividades centrales de la ganadería bovina, como ordeñar, vacunar, fumigar y manejar maquinaria, mientras que las mujeres tienen un rol destacado en la producción de queso para autoconsumo y en la ganadería de traspatio. Además, las mujeres asumen mayoritariamente las tareas domésticas, que sustentan las labores productivas de los hombres. En contextos de migración masculina, las mujeres amplían su participación en estas actividades, aunque persisten limitaciones estructurales relacionadas con la titularidad de la tierra y el acceso a recursos financieros. La región también enfrenta desafíos generalizados en el acceso a crédito y tecnología, debido a estrictos requisitos y limitado poder adquisitivo.

9.1.4. Eventos extremos: huracanes, tormentas, sequías y olas de calor

De acuerdo con el Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático (INECC, 2019) el municipio de Jamapa presenta una vulnerabilidad muy alta de los asentamientos humanos frente a inundaciones provocadas por el cambio climático. En comparación, los municipios de Tlachichuca, Veracruz, Alvarado, Medellín de Bravo, Cotaxtla y Tlaxiucoyan muestran una alta vulnerabilidad, atribuida a las variaciones en el relieve y su proximidad al mar.

De acuerdo con lo discutido en el taller, en los últimos años, los pobladores perciben que la cuenca RJ enfrenta eventos extremos cada vez más frecuentes y severos, como las sequías y las olas de calor que han afectado áreas de agricultura y pastizales. Dentro de la cuenca se reporta una intensidad de Sequía Anormalmente Seco (D0) para el periodo de estiaje (febrero a mayo) del 2003 al 2022 (Secretaría de Protección Civil del Estado de Veracruz, 2023), lo cual no indica una categoría de sequía. Sin embargo, puede ocasionar el retraso de la siembra de los cultivos anuales, un limitado crecimiento de los cultivos o pastos y existe el riesgo de incendios, asimismo puede

persistir un déficit de agua y los pastos o cultivos pueden no recuperarse completamente (SMN, 2025).

Debido a que el estado de Veracruz se ubica en latitudes tropicales y cuenta con un extenso litoral de 745 km en el Golfo de México, se encuentra particularmente expuesto al impacto de ciclones tropicales que se forman en esta región. Entre 2005 y 2022, un total de 21 ciclones tropicales tocaron tierra en Veracruz. Estos eventos meteorológicos, como huracanes y tormentas, no solo afectan la seguridad de la población, sino que también aceleran procesos de erosión del suelo y alteran significativamente la disponibilidad y calidad del agua en toda la zona (Secretaría de Protección Civil del Estado de Veracruz, 2023).

De acuerdo con el Perfil de Riesgo Climático para México (The World Bank Group, 2023), se prevé que el nivel del mar a lo largo de las costas mexicanas, particularmente en la costa de Alvarado, aumente, alcanzando un incremento de 34 cm para el año 2050 y hasta 101 cm para el 2100, según el escenario SSP3-7. De acuerdo con Fernández-Díaz (2022), la degradación y la posible pérdida de ecosistemas de humedales, manglares, playas y dunas en México debido al aumento del nivel del mar costarían aproximadamente USD 6 mil millones anuales.

Por otra parte, durante la temporada de lluvias, las inundaciones son comunes principalmente en la cuenca baja. Para el año 2023 los principales impactos presentados en el estado de Veracruz fueron ocasionados por lluvia severa e inundación fluvial y/o pluvial, ocasionando una pérdida de 964.7 millones de pesos (CENAPRED, 2023). El aumento del nivel del agua y el arrastre de sedimentos generan impactos sociales y económicos por el colapso de los servicios básicos, el bloqueo de vías de comunicación y afectaciones en la salud principalmente a grupos vulnerables. El Atlas de Riesgos del Estado de Veracruz (Secretaría de Protección Civil del Estado de Veracruz, 2023) clasifica a los ríos Jamapa y Cotaxtla como cauces de respuesta rápida, lo que implica una alta susceptibilidad a inundaciones súbitas durante eventos de precipitación extrema. Esta condición representa un riesgo significativo para la población, ya que el tiempo disponible para la evacuación y la implementación de medidas de protección es sumamente limitado. En este contexto, los municipios de Cotaxtla, Manlio Fabio Altamirano, Medellín, Jamapa, Boca del Río y una fracción del territorio de Alvarado se identifican como zonas potencialmente afectadas.

Durante el taller se destacó que la incidencia de incendios forestales es mayor en la cuenca alta. Según datos de la CONAFOR, entre 2005 y 2022, la mayoría de los incendios en la región ocurrieron en la cuenca alta, particularmente en las inmediaciones del Parque Nacional Pico de Orizaba. De manera específica, el municipio de Tlachichuca ha sido identificado como el de mayor incidencia, con un promedio anual de nueve incendios (Oltehua-García et al., 2023). Estos incendios no solo

representan una amenaza para la biodiversidad, sino que también contribuyen a la emisión de carbono y agravan los procesos de desertificación en la zona.

Durante el taller se identificó que los eventos meteorológicos impactan de forma diferenciada en hombres y mujeres. Los hombres, que trabajan fuera del hogar y ajustan el calendario de siembra, se exponen a condiciones adversas como altas temperaturas, olas de calor e inundaciones. Por su parte, las mujeres, encargadas del acarreo de agua para uso doméstico, enfrentan mayores dificultades en el acceso a este recurso durante la presencia de eventos como inundaciones, incendios o ciclones.

9.1.5. Deforestación

En la cuenca alta del RJ, particularmente en los municipios de Chocamán y Coscomatepec se han identificado áreas de deforestación en el bosque mesófilo de montaña, destinadas principalmente a la siembra de cultivos como aguacate y chayote (CONANP, 2023). Además, los cultivos de papa dentro de las inmediaciones del PNPO han afectado entre el 70% y el 80% del bosque de coníferas (CONANP, 2015). Además, la tala ilegal de madera ha sido identificada como una de las causas de pérdida de hábitats y aumento en el riesgo de incendios forestales (CONANP, 2015). Por otro lado, en la cuenca baja, se observa la deforestación de manglares, especialmente en dunas costeras y zonas turísticas, aunque en menor proporción.

De acuerdo con el Sistema Nacional de Monitoreo Forestal entre 2001 y 2018, el 80% de las tierras forestales en Veracruz se transformaron en praderas y el 19% en tierras agrícolas (SNMF, 2022). Particularmente, la deforestación dentro de la cuenca RJ se clasifica como media-baja (CONAFOR, 2022). Sin embargo, los procesos de deforestación provocan cambios en los flujos superficiales del agua, así como descensos en los niveles de ríos y arroyos, así como una disminución en la eficiencia de los sistemas de captación y distribución de agua (CONANP, 2015).

La deforestación refleja una división de roles de género debido a que los hombres suelen liderar el aprovechamiento de madera para satisfacer mercados regionales y generar ingresos, mientras que las mujeres se limitan principalmente al uso de recursos no maderables, como leña, plantas medicinales, hongos y agua, enfocados en satisfacer necesidades en el hogar (Hernández-Ramos y de la Tejera Hernández, 2016). Esta diferenciación reduce la participación femenina en la gestión y conservación de los recursos forestales, perpetuando desigualdades en el acceso a subsidios y oportunidades económicas. Por ello, es crucial que los mecanismos financieros garanticen un acceso equitativo a los incentivos de restauración y conservación forestal para hombres y mujeres de diversas edades.

9.1.6. Descargas residuales

De acuerdo con las discusiones derivadas del taller, en la cuenca del RJ las descargas residuales representan un problema generalizado en todos los núcleos poblacionales, debido a la ausencia de sistemas de drenaje adecuados y al uso de fosas sépticas no reguladas. Además, las descargas de las actividades productivas como la agricultura y la acuicultura contribuyen a este problema (Palomares, 2010). Estas descargas afectan directamente a los ríos y zonas costeras. Especialmente, el PNSAV ha reportado que una de las principales amenazas de los arrecifes de coral son las descargas de aguas residuales al mar, las cuales modifican la transparencia, la temperatura, la salinidad, y concentración de oxígeno que, dependiendo de su magnitud y duración, pueden provocar cambios en las características del sistema acuático (CONANP, 2017).

De acuerdo con en el Inventario Nacional de Plantas Municipales de Potabilización y de Tratamiento de Aguas Residuales en Operación (CONAGUA, 2023) en la cuenca se registran 20 plantas de tratamiento, siendo la planta Venustiano Carranza (municipio de Boca del Río) la del mayor caudal tratado con una capacidad instalada de 230 l/s. Sin embargo, solo se reportan dos plantas potabilizadoras municipales en operación (El Tejar I y II), en el municipio de Medellín de Bravo.

Las descargas de aguas residuales tienen impactos diferenciados por género en la salud y el acceso al agua. Debido a su papel central en la administración del hogar, las mujeres tienden a manifestar una mayor preocupación por la calidad del agua, ya que están directamente involucradas en actividades de uso doméstico o en la recolección de agua para consumo. Por otro lado, los hombres suelen desempeñar un papel predominante en la toma de decisiones en comités de agua y en la implementación de ecotecnologías, como biodigestores para actividades ganaderas. En contraste, las mujeres lideran la gestión del agua en el ámbito doméstico, adoptando prácticas como la reutilización del agua en los huertos de traspatio. A nivel institucional, si bien los hombres suelen liderar la gestión de mejoras en el tratamiento de aguas residuales, persiste una falta de coordinación interinstitucional para abordar de manera integral los desafíos asociados con los servicios ecosistémicos, la salud y la equidad de género.

9.2. Priorización territorial por enfoque

9.2.1. Actividades de conservación

La priorización territorial para focalizar actividades de conservación en la cuenca RJ se refiere a la identificación y evaluación de subcuencas que requieren atención a corto y largo plazo para garantizar la protección y mantenimiento de la estructura, procesos biofísicos y funciones de los ecosistemas.

Las subcuencas con mayor prioridad para focalizar actividades de **conservación** en la cuenca RJ son: El Tejar, Los Robles, Tamarindo, Cuitláhuac, General Miguel Alemán (Potrero Nuevo), Huatusco de Chicuellar, Ixcatla, Córdoba, Ixhuatlán del Café, Coscomatepec de Bravo y Xocotla. La priorización de estas subcuencas es el resultado del análisis e integración de los siguientes elementos (Tabla 21, Fig. 35):

- Alta provisión de SE: subcuencas con mayor rendimiento hídrico, recarga local, control de sedimentos y retención de nutrientes.
- Alta demanda: subcuencas con alta densidad poblacional y altos volúmenes de extracción de agua superficial y subterránea.
- Alta conectividad hidrográfica: subcuencas con mayor vinculación en función de la red de drenaje superficial.
- Alta probabilidad de impactos ante **escenarios de cambio climático y cambios de uso de suelo y vegetación**: subcuencas con diferencias estadísticamente significativas en comparación con los resultados de línea base.

Tabla 21. Descripción de las subcuencas con alta prioridad para llevar a cabo actividades de conservación en la cuenca del Río Jamapa. Valores de interpretación del ICSE y brecha de género: 1 (condiciones menos favorables) a cero (condiciones más favorables).

ID	Subcuenca	ICSE	Brecha de género	Municipios de incidencia	Porcentaje (%) del municipio dentro de la subcuenca	Superficie (km ²)
3	El Tejar	0.28	0.1	Alvarado	9.54	78.87
				Boca del Río	38.47	14.65
				Jamapa	18.98	25.07
				Medellín de Bravo	41.50	164.91
				Tlalixcoyan	0.07	0.69
				Veracruz	11.90	29.42
4	Los Robles	0.25	0.13	Cotaxtla	0.41	2.19
				Jamapa	37.99	50.19
				Medellín de Bravo	37.25	148.02
16	Tamarindo	0.38	0.64	Carrillo Puerto	50.25	125.45
				Cotaxtla	0.89	4.81
				Cuitláhuac	0.01	0.02
				Paso del Macho	25.18	100.90
26	Cuitláhuac	0.39	0.36	Atoyac	11.15	13.70
				Cuitláhuac	10.76	16.18
				Paso del Macho	6.05	24.25

ID	Subcuenca	ICSE	Brecha de género	Municipios de incidencia	Porcentaje (%) del municipio dentro de la subcuenca	Superficie (km ²)
27	General Miguel Alemán (Potrero Nuevo)	0.34	0.27	Amatlán de los Reyes	34.94	52.92
				Atoyac	44.65	54.85
				Córdoba	13.44	21.48
				Ixhuatlán del Café	12.76	16.51
				Paso del Macho	0.14	0.57
29	Huatusco de Chicuellar	0.31	0.25	Yanga	2.39	2.10
				Calchahualco	0.13	0.18
				Chichiquila	10.44	1.72
				Coscomatepec	3.92	6.20
				Huatusco	59.82	121.38
				Ixhuatlán del Café	0.80	1.03
				Tepatlaxco	0.01	0.01
Zentla	1.07	1.91				
30	Ixcatla	0.38	0.65	Huatusco	4.73	9.59
				Ixhuatlán del Café	18.90	24.46
				Tepatlaxco	21.68	13.05
32	Córdoba	0.2	0.13	Amatlán de los Reyes	0.33	141.44
				Chocamán	59.44	26.34
				Córdoba	52.98	84.68
				Coscomatepec	0.03	0.05
				Fortín	35.60	21.78
				Ixhuatlán del Café	0.79	1.02
33	Ixhuatlán del Café	0.62	0.64	Tomatlán	37.66	7.07
				Alpatláhuac	17.89	12.68
				Calchahualco	83.00	111.29
				Chichiquila	1.57	1.72
				Chilchotla	0.02	0.04
				Córdoba	0.003	0.004
				Coscomatepec	9.74	15.40
				Huatusco	0.08	0.16
				Ixhuatlán del Café	34.83	45.07
				Tlachichuca	12.08	50.91
34	Coscomatepec de Bravo	0.58	0.5	Tomatlán	17.08	3.21
				Alpatláhuac	73.19	51.88
				Coscomatepec	27.23	43.06
				Ixhuatlán del Café	1.19	1.54
35	Xocotla	0.69	0.53	Tomatlán	35.35	6.64
				Alpatláhuac	8.92	6.32
				Calchahualco	16.66	22.34
				Chalchicomula de Sesma	0.001	0.003
				Chocamán	18.47	8.19
35	Xocotla	0.69	0.53	Coscomatepec	42.10	66.57
				Tlachichuca	0.13	0.55
				Tomatlán	9.90	1.86
				Tomatlán	9.90	1.86

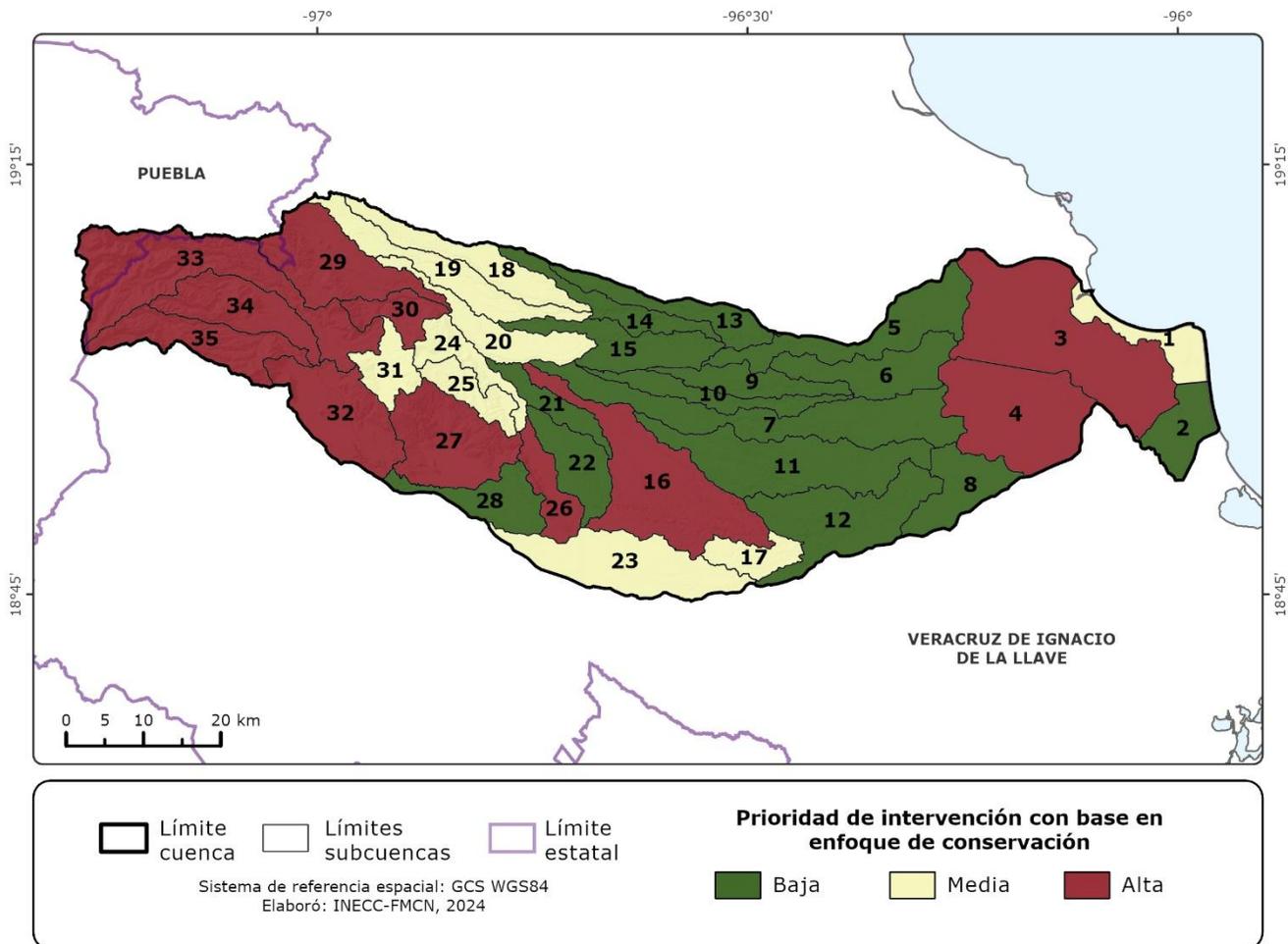


Fig. 35. Mapa de priorización territorial a nivel de subcuena para la focalización de acciones de conservación en la cuenca del Río Jamapa.

9.2.2. Actividades de restauración

Las acciones de restauración o rehabilitación enfocadas a maximizar los servicios ecosistémicos requieren de una planificación a nivel regional para lograr impactos significativos en el funcionamiento de los ecosistemas (Comín et al., 2018). Dado que los recursos financieros para llevar a cabo proyectos de restauración o rehabilitación ecológica a gran escala suelen ser limitados, es fundamental priorizar las áreas críticas para mejorar el suministro de múltiples SE.

Las subcuencas con mayor prioridad para focalizar actividades de **restauración** en la cuenca RJ son: El Tejar, Los Robles, Tamarindo, Cuitláhuac, General Miguel Alemán (Potrero Nuevo), Ixcatla, Córdoba y Coscomatepec de Bravo. Estas subcuencas priorizadas cuentan con las siguientes características (Tabla 22, Fig. 36):

- Baja provisión de SE: subcuencas con menores tasas de rendimiento hídrico, recarga local y mayor susceptibilidad al transporte de sedimentos y nutrientes.

- Alta demanda de SE: subcuencas con alta densidad poblacional y altos volúmenes de extracción de agua superficial y subterránea.
- Alta conectividad hidrográfica: subcuencas con mayor vinculación en función de la red de drenaje superficial.
- Alta probabilidad de impactos ante **escenarios de cambio climático y cambios de uso de suelo y vegetación**: subcuencas con diferencias estadísticamente significativas en comparación con los resultados de línea base.

Tabla 22. Descripción de las subcuencas con alta prioridad para llevar a cabo actividades de restauración en la cuenca del Río Jamapa. Valores de interpretación del ICSE y brecha de género: 1 (condiciones menos favorables) a cero (condiciones más favorables).

ID	Subcuenca	ICSE	Brecha de género	Municipios de incidencia	Porcentaje (%) del municipio dentro de la subcuenca	Superficie (km ²)
3	El Tejar	0.28	0.1	Alvarado	9.54	78.87
				Boca del Río	38.47	14.65
				Jamapa	18.98	25.07
				Medellín de Bravo	41.50	164.91
				Talixcoyan	0.07	0.69
				Veracruz	11.90	29.42
4	Los Robles	0.25	0.13	Cotaxtla	0.41	2.19
				Jamapa	37.99	50.19
				Medellín de Bravo	37.25	148.02
16	Tamarindo	0.38	0.64	Carrillo Puerto	50.25	125.45
				Cotaxtla	0.89	4.81
				Cuitláhuac	0.01	0.02
				Paso del Macho	25.18	100.90
26	Cuitláhuac	0.39	0.36	Atoyac	11.15	13.70
				Cuitláhuac	10.76	16.18
				Paso del Macho	6.05	24.25
27	General Miguel Alemán (Potrero Nuevo)	0.34	0.27	Amatlán de los Reyes	34.94	52.92
				Atoyac	44.65	54.85
				Córdoba	13.44	21.48
				Ixhuatlán del Café	12.76	16.51
				Paso del Macho	0.14	0.57
				Yanga	2.39	2.10
30	Ixcatla	0.38	0.65	Huatusco	4.73	9.59
				Ixhuatlán del Café	18.90	24.46
				Tepatlixco	21.68	13.05
32	Córdoba	0.2	0.13	Amatlán de los Reyes	0.33	0.49
				Chocamán	59.44	26.34
				Córdoba	52.98	84.68
				Coscomatepec	0.03	0.05
				Fortín	35.60	21.78
				Ixhuatlán del Café	0.79	1.02
Tomatlán	37.66	7.07				
34	Coscomatepec de Bravo	0.58	0.5	Alpatláhuac	73.19	51.88
				Coscomatepec	27.23	43.06
				Ixhuatlán del Café	1.19	1.54
				Tomatlán	35.35	6.64

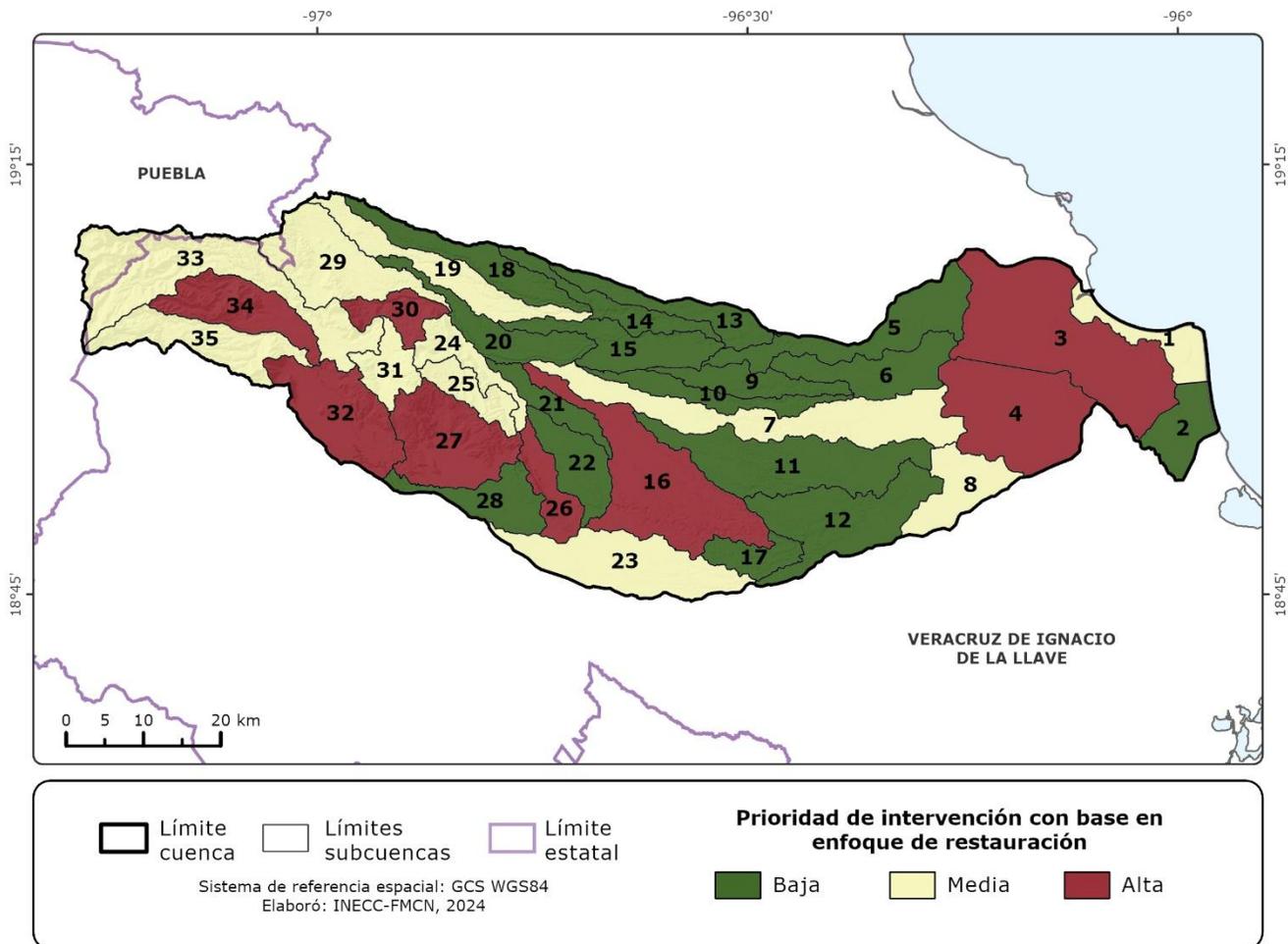


Fig. 36. Mapa de priorización territorial a nivel de subcuenca para la focalización de acciones de restauración en la cuenca del Río Jamapa.

9.2.3. Adecuación de prácticas productivas

La identificación y evaluación de áreas prioritarias para la adecuación de prácticas productivas requiere de un enfoque integral y participativo que considere los impactos potenciales socio-ecológicos, la importancia de la actividad productiva y las posibles alternativas de manejo sostenible en la región.

Las zonas prioritarias para focalizar acciones de **adecuación de prácticas productivas** se concentran principalmente en el sector agropecuario. En la cuenca RJ, resultaron prioritarias las subcuencas de El Tejar, Los Robles, Tamarindo, Cuitláhuac, General Miguel Alemán (Potrero Nuevo), Ixcatla, Córdoba, Ixhuatlán del Café, Coscomatepec de Bravo y Xocotla; considerando las siguientes características (Tabla 23, Fig. 37):

- Baja provisión de SE: subcuencas con menores tasas de rendimiento hídrico y mayor susceptibilidad al transporte de sedimentos y nutrientes.

- Alta demanda de SE: subcuencas con alta densidad poblacional y altos volúmenes de extracción de agua superficial y subterránea.
- Alta conectividad hidrográfica: subcuencas con mayor vinculación en función de la red de drenaje superficial.
- Alta probabilidad de impactos ante **escenarios de cambio climático y cambios de uso de suelo y vegetación**: subcuencas con diferencias estadísticamente significativas en comparación con los resultados de línea base.

Tabla 23. Descripción de las subcuencas con alta prioridad para focalizar actividades de adecuación de prácticas productivas en la cuenca del Río Jamapa. Valores de interpretación del ICSE y brecha de género: 1 (condiciones menos favorables) a cero (condiciones más favorables). Los municipios de Fortín, Boca del Río, Chilchotla, Comapa, Tepatlaxco, Jamapa y Medellín de Bravo presentan los valores más altos de vulnerabilidad al cambio climático (INECC, 2019).

ID	Subcuenca	ICSE	Brecha de género	Municipios de incidencia	Porcentaje (%) del municipio dentro de la subcuenca	Superficie (km ²)
3	El Tejar	0.28	0.1	Alvarado	9.54	78.87
				Boca del Río	38.47	14.65
				Jamapa	18.98	25.07
				Medellín de Bravo	41.50	164.91
				Talixcoyan	0.07	0.69
				Veracruz	11.90	29.42
4	Los Robles	0.25	0.13	Cotaxtla	0.41	2.19
				Jamapa	37.99	50.19
				Medellín de Bravo	37.25	148.02
16	Tamarindo	0.38	0.64	Carrillo Puerto	50.25	125.45
				Cotaxtla	0.89	4.81
				Cuitláhuac	0.01	0.02
				Paso del Macho	25.18	100.90
26	Cuitláhuac	0.39	0.36	Atoyac	11.15	13.70
				Cuitláhuac	10.76	16.18
				Paso del Macho	6.05	24.25
27	General Miguel Alemán (Potrero Nuevo)	0.34	0.27	Amatlán de los Reyes	34.94	52.92
				Atoyac	44.65	54.85
				Córdoba	13.44	21.48
				Ixhuatlán del Café	12.76	16.51
				Paso del Macho	0.14	0.57
				Yanga	2.39	2.10
30	Ixcatla	0.38	0.65	Huatusco	4.73	9.59
				Ixhuatlán del Café	18.90	24.46
				Tepatlaxco	21.68	13.05
32	Córdoba	0.2	0.13	Amatlán de los Reyes	0.33	0.49
				Chocamán	59.44	26.34
				Córdoba	52.98	84.68
				Coscomatepec	0.03	0.05
				Fortín	35.60	21.78

ID	Subcuenca	ICSE	Brecha de género	Municipios de incidencia	Porcentaje (%) del municipio dentro de la subcuenca	Superficie (km ²)
33	Ixhuatlán del Café	0.62	0.64	Ixhuatlán del Café	0.79	1.02
				Tomatlán	37.66	7.07
				Alpatláhuac	17.89	12.68
				Calchualco	83.00	111.29
				Chichiquila	1.57	1.72
				Chilchotla	0.02	0.04
				Córdoba	0.003	0.004
				Coscomatepec	9.74	15.40
				Huatusco	0.08	0.16
				Ixhuatlán del Café	34.83	45.07
34	Coscomatepec de Bravo	0.58	0.5	Tlachichuca	12.08	50.91
				Tomatlán	17.08	3.21
				Alpatláhuac	73.19	51.88
				Coscomatepec	27.23	43.06
35	Xocotla	0.69	0.53	Ixhuatlán del Café	1.19	1.54
				Tomatlán	35.35	6.64
				Alpatláhuac	8.92	6.32
				Calchualco	16.66	22.34
				Chalchicomula de Sesma	0.001	0.003
				Chocamán	18.47	8.19
				Coscomatepec	42.10	66.57
Tlachichuca	0.13	0.55				
Tomatlán	9.90	1.86				

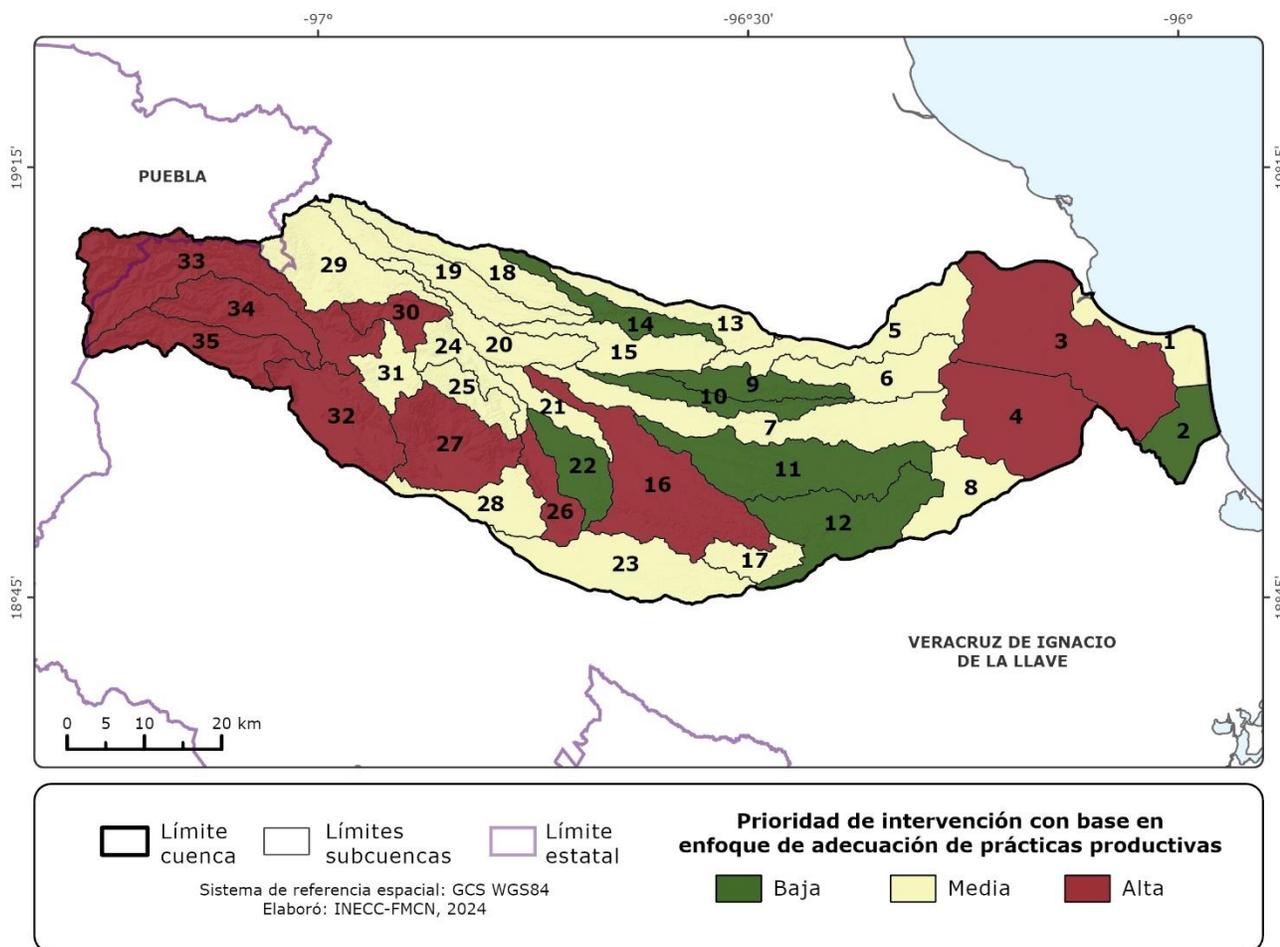


Fig. 37. Mapa de priorización territorial a nivel de subcuena para la focalización de acciones de adecuación de prácticas productivas en la cuenca del Río Jamapa.

9.3. Focalización de acciones prioritarias en la cuenca del Río Jamapa

La agenda ambiental para la cuenca RJ se elaboró a partir de la integración de los resultados del componente participativo y el componente técnico-científico (analítico-relacional). Este proceso permite la identificación de subcuenas prioritarias para focalizar acciones de conservación, restauración o adecuación de prácticas productivas de acuerdo con la oferta-demanda de SE, la conectividad hidrográfica y la probabilidad de impactos ante escenarios de cambio climático y de uso de suelo y vegetación.

9.3.1. Actividades prioritarias para la provisión y mantenimiento de los servicios ecosistémicos (SE)

El segundo taller participativo se llevó a cabo el 29 de agosto de 2024 en Xalapa, Veracruz. Este taller contó con la participación de 27 personas (13 hombres y 14 mujeres) representantes de instituciones públicas a nivel estatal y federal (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER); Centro de Investigaciones Tropicales (CITRO); CONAGUA; CONANP; Fideicomisos Instituidos en

Relación con la Agricultura (FIRA); Instituto de Ecología A.C.; Municipio de Huayacocotla; PROFEPA; Secretaría de Salud de Veracruz; Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Rural y Pesca de Veracruz (SEDARPA); Secretaría de Medio Ambiente de Veracruz; Universidad Veracruzana, Universidad Veracruzana Intercultural) y organizaciones de la sociedad civil (Asociación de Usuarios de Riego El Tamarindo Rincón Zapote, S. C. DE R. L.; Consejo Consultivo de Pueblos Indígenas de Veracruz, Fundación Yépez A.C.).

El objetivo principal del segundo taller consistió en identificar y priorizar las actividades de conservación, restauración y adecuación de prácticas que se podrían promover o fortalecer para mejorar la provisión y mantenimiento de los SE de la cuenca RJ. La Tabla 24 describe los retos, oportunidades y principales actores clave identificados por los y las participantes al taller para cada una de las actividades prioritarias.

Tabla 24. Descripción de actividades prioritarias para la conservación, restauración y adecuación de prácticas productivas (agroforestería y ganadería) identificadas por las personas participantes durante el segundo taller PAMIC de la cuenca del Río Jamapa. **F**-Financiamiento, **I**- Implementación.

Actividad prioritaria de conservación y restauración				
Establecer áreas de restauración, reforestación, aforestación y/o mejoramiento de la vegetación en sistemas riparios, humedales y/o manantiales				
Actores clave	F	I	Principales retos	Oportunidades
Gobiernos municipales		◆	- Limitaciones en cuanto a capacidades locales y financiamiento dentro de los gobiernos municipales.	- Crear alianzas con instituciones académicas, organizaciones de la sociedad civil y el sector privado para obtener financiamiento y apoyo técnico.
CONAGUA	◆		- Falta de recursos humanos y de documentos actualizados sobre vulnerabilidad de riesgos por inundaciones a nivel municipal.	- Establecer medidas preventivas específicas desde los ayuntamientos en coordinación con Protección Civil.
Comunitarios	◆	◆		
CONANP	◆	◆	- Falta de comunicación y coordinación interinstitucional.	- Fortalecer protocolos de comunicación de riesgos hacia zonas rurales y de difícil acceso.
Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Veracruz (SADER)	◆	◆	- Ausencia de programas enfocados a la restauración que trasciendan las administraciones de gobierno.	- Establecer mesas de trabajo interinstitucionales y permanentes para la colaboración transversal.
CONAFOR	◆	◆		
PRONATURA	◆	◆		
Red de viveros		◆		
INECOL		◆		- Desarrollo de capacidades técnicas y colaboración con instituciones académicas.
Colegio de Postgraduados (COLPOS)		◆		
Universidad Veracruzana (UV)		◆		
Universidad Autónoma Chapingo (CRUO)		◆		
Organizaciones de la sociedad civil (OSC)	◆	◆		

Actividad prioritaria de agroforestería				
Implementar mejores prácticas agrícolas y reducir el uso de fertilizantes, plaguicidas y herbicidas inorgánicos/químicos				
Actores clave	F	I	Principales retos	Oportunidades
OSC	◆	◆	- Falta de asistencia técnica y de financiamiento para la implementación de insumos orgánicos.	- Impulsar políticas públicas con enfoque en mejorar las prácticas agrícolas.
Consejos de cuenca	◆			- Dar continuidad de las acciones y programas de gobierno.
SEDARPA	◆	◆	- Marco legal regulatorio deficiente; y falta de esquemas de financiamiento acordes a las necesidades particulares de cada proyecto.	- Fortalecer la articulación entre instituciones públicas, organizaciones de la sociedad civil y academia para colaborar en la capacitación y asistencia técnica.
FIRA	◆			- Diseñar proyectos con esquemas de financiamiento de mezcla de recursos.
SADER	◆	◆	- Falta de cooperación y organización entre productores, e interés en implementar proyectos con financiamientos propios y externos.	- Impulsar la asistencia técnica continua, orientada a la obtención de resultados.
Producción para el Bienestar	◆		- Falta de continuidad en los programas gubernamentales de incentivos a la producción.	- Conformación de cooperativas y sociedades para facilitar el acceso a financiamiento.
Sembrando vida	◆	◆	- Falta de incentivos a la producción sostenible.	- Reconocimiento de sistemas de organización existentes.
Agricultores		◆	- Reglas de operación de difícil acceso, como la tenencia de la tierra y poca flexibilidad de las convocatorias.	- Fortalecimiento de la inclusión social desde la Ley Agraria.
CONAFOR	◆	◆		- Implementar esquemas de capacitación productiva.
Universidades		◆	- Formación de profesionales del campo; reaprendizaje y sensibilización sobre prácticas productivas sostenibles.	- Establecimiento de redes y alianzas estratégicas para un aprovechamiento integral de los recursos.
INIFAP		◆		
SEMARNAT	◆	◆		- Fortalecimiento de los Consejos de Cuenca.

Actividad prioritaria de ganadería				
Implementar y distribuir de manera estratégica sistemas para la cosecha o captación agua pluvial destinada a usos agropecuarios				
Actores clave	F	I	Principales retos	Oportunidades
CONAGUA		◆	- Falta de talleres o foros para el intercambio de experiencias entre comunidades.	- Implementación de mecanismos mixtos de crédito.
Colegio de Postgraduados (COLPOS)		◆	- Adaptación a los patrones de lluvia, sequías y disponibilidad de agua por efectos del cambio climático.	- Incorporación de taxonomía sostenible por parte de las entidades de crédito.
Ayuntamientos municipales	◆	◆	- Acceso a la información y su permeabilidad (generación, procesamiento y divulgación).	- Integración de recomendaciones federales dentro de las políticas estatales referentes al cambio climático.
Unión Ganadera Centro (regionales)	◆	◆	- Condiciones actuales de los procesos de erosión.	- Fortalecimiento de mecanismos existentes para el intercambio de experiencias de forma transversal, como los Comités de Aprendizaje Campesino de <i>Sembrando Vida</i> .
SEDARPA	◆	◆	- Falta de regulación y sanciones al incumplimiento de leyes que regulan la explotación de agua.	- Aumentar la cobertura vegetal mediante el establecimiento de árboles y arbustos dispersos o cercas vivas multipropósito en los bordes de los cauces que atraviesan los principales núcleos ganaderos.
SADER	◆	◆	- Gestiones vinculantes con actores que tienen la capacidad de implementar proyectos, como alcaldes o presidentes municipales (consejos municipales de desarrollo sustentable), juntas intermunicipales.	- Articulación entre programas y proyectos que impulsan el establecimiento de sistemas silvopastoriles, como CONECTA.
INIFAP		◆		
Red de Ganadería Sostenible		◆		
Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)	◆	◆		
Tecnológicos		◆		
Técnicos/prestadores de servicios		◆		

Además de las actividades descritas en la Tabla 24, considerando las presiones detectadas en la cuenca del RT, las personas participantes en los talleres destacaron las siguientes actividades climáticamente inteligentes para mejorar la provisión y el mantenimiento de los SE:

- Validar y complementar los resultados del PAMIC con evaluaciones de caudal ecológico y vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación para implementar medidas específicas que mejoren el régimen hidrológico de las subcuencas.
- Impulsar y operar programas de fortalecimiento del tejido social para el desarrollo de proyectos productivos con apoyos especiales para mujeres y jóvenes que no son propietarias de tierra.
- Fortalecer inversiones e instrumentos regulatorios con enfoque de cuenca.
- Establecer o fortalecer el esquema de Pago por Servicios Ambientales (PSA).

De manera particular, el PSA fue creado en 2003 y, actualmente es operado por la CONAFOR con el objetivo principal de mejorar la calidad y el suministro de agua mediante la prevención de la

deforestación, además de brindar otros servicios sinérgicos como la prevención y el control de la erosión del suelo (Mokondoko et al., 2018). Lo anterior resalta la importancia de complementar los criterios de elegibilidad de las áreas de PSA, que generalmente consideran factores sociales como la marginación y la pobreza, con evaluaciones espacialmente explícitas sobre la provisión de SE. En este sentido, **los resultados del PAMIC pueden servir como un insumo base en los criterios de prelación para determinar áreas elegibles** para desarrollar estrategias de conservación como el PSA y otros programas públicos o privados enfocados en la conservación o restauración de los suelos, los cuerpos de agua y la biodiversidad (Cotler y Cuevas, 2019).

El PAMIC proporciona criterios técnicos clave, como la identificación de zonas de recarga hídrica, áreas con potencial para sistemas silvopastoriles y territorios aptos para integrar la producción agroforestal de café con la conservación ambiental. Estas directrices fortalecen la efectividad de ambas iniciativas, asegurando que las intervenciones sean estratégicas y sostenibles.

9.3.2. Programas de conservación, restauración y adecuación de prácticas productivas identificados en la cuenca Río Jamapa

El objetivo de este apartado es complementar los resultados de los talleres participativos con base en la identificación y la articulación de acciones prioritarias relacionadas con los alcances del PAMIC, que han sido propuestas o implementadas por diferentes instituciones públicas o privadas.

La Tabla 25 proporciona un listado de 23 programas que promueven actividades de conservación, restauración o adecuación de prácticas productivas en los municipios dentro de la cuenca RJ. Algunos programas o proyectos también podrían estar presentes en otros municipios fuera el límite de la cuenca o registrados en otras fuentes de información por lo que se recomienda verificar, actualizar y complementar este compendio con información de otras iniciativas o estrategias locales en curso. En el ANEXO 3 se puede consultar una descripción general de cada uno de estos programas, identificados a través de diferentes fuentes de información pública (2021-2024).

De acuerdo con el sociograma derivado del análisis de redes (Fig. 38), en el municipio de Veracruz inciden la mayoría de los proyectos o programas registrados (6), seguido de Córdoba (5) y Cotaxtla y Huatusco (4). Estos resultados pueden estar asociados con el acceso o la ausencia de información pública, por lo que es recomendable mantener actualizada la información para verificar el detalle de cada uno de los proyectos que se describen.

Las instituciones locales y regionales como CONANP, CONAGUA, CONAFOR, SADER, Secretaría del Bienestar, PRONATURA, SEDEMA y Fondo Golfo de México (FGM) también se identificaron en los talleres como actores o sectores clave para impulsar o articular acciones que contribuyan con los objetivos y alcances del PAMIC en la cuenca RJ. En este contexto, se han identificado esfuerzos hacia la promoción de prácticas sostenibles por parte de instituciones como la SEDARPA. Estas iniciativas buscan mitigar los impactos ambientales de la ganadería, fomentando una gestión responsable de los recursos hídricos y del suelo. A pesar de estas intervenciones, la actividad ganadera sigue contribuyendo a problemas ambientales, especialmente en la cuenca baja. Por lo tanto, es crucial promover políticas que equilibren la producción ganadera con la conservación del ecosistema de la cuenca. Por otro lado, se han implementado iniciativas de reforestación en áreas clave de la cuenca, como en el Parque Nacional Pico de Orizaba, designado como Área Natural Protegida (ANP). Programas como CONECTA, RIOS y "Sembrando Vida" trabajan para restaurar las milpas y promover sistemas agroforestales.

Finalmente, las inversiones públicas y privadas deben alinearse con visiones y metas en común para promover la producción sostenible de la cuenca RJ. Actualmente, algunos proyectos podrían estar favoreciendo actividades productivas, apoyos o incentivos en detrimento de la conservación de los ecosistemas y sus SE. Por lo tanto, resulta necesario unificar la visión de las dependencias

públicas y privadas e incrementar la supervisión institucional en campo para evitar la impunidad y asegurar un seguimiento y vigilancia efectivos. Esto también incide en el fortalecimiento y la continuidad en las políticas públicas y la aplicación eficiente de los marcos regulatorios.

Tabla 25. Listado de programas y proyectos (2021-2024) que contribuyen con los objetivos y alcances del PAMIC en los municipios de incidencia de la cuenca Río Jamapa.

Institución	Programas o proyectos ¹	Municipios CONECTA
SEDARPA (Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Rural y Pesca)	1. PFGSICV. Programa de Fomento a la Ganadería Sustentable con Integración de Cadenas de Valor	No especificado ²
SEDEMA (Secretaría del Medio Ambiente del estado de Veracruz)	2. PFA. Programa para el Fomento Ambiental	Atoyac Huatusco
Secretaría de Bienestar	3. PSV. Programa Sembrando Vida	No especificado ²
SADER (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural)	4. PPB. Programa Producción para el Bienestar	No especificado ²
	5. P FAGPA. Programa de Fomento a la Agricultura, Ganadería, Pesca y Acuicultura.	
	6. PPGPAB. Programa de Precios de Garantía a Productos Alimentarios Básicos	
CONAFOR (Comisión Nacional Forestal)	7. PCA. Programa de Compensación Ambiental	Alvarado
	8. PADFS. Programa Desarrollo Forestal Sustentable para el Bienestar	Medellín de Bravo Cotaxtla
CONANP (Comisión Nacional de Áreas naturales Protegidas) 2024	9. PROCOCODES. Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible	Alvarado La Perla
GCF-FMCN-INECC	10. RIÓS. Restauración de Ríos para la Adaptación al Cambio Climático (diez subproyectos)	Alvarado, Atoyac, Calchahualco, Comapa, Córdoba, Huatusco, Jamapa, Manlio Fabio Altamirano, Medellín de Bravo, Amatlán de los Reyes, Cotaxtla, Tlachichuca, Zentla
INECC-FMCN-FONCET con apoyo de GEF-Banco Mundial	11. CONECTA. “Conectando la Salud de las Cuencas con la Producción Ganadera y Agroforestal Sostenible” (seis subproyectos)	Ixhuacán del café, Tepatlaxco, Huatusco, Carrillo Puerto, Coscomatepec, Córdoba, Chocamán, Zentla
Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Programa Hídrico Regional (PHR 2021-2024).	12. REHA-DTT. Rehabilitación del DTT 007 Centro de Veracruz	Soledad de Doblado, Manlio Fabio Altamirano, Jamapa, Veracruz, Medellín, Alvarado y Cotaxtla
	13. PTAR-COR. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Córdoba	Córdoba
	14. BOMBEO. Reubicación de estación de bombeo de drenaje combinado PB1 en la ciudad y puerto de Veracruz	Veracruz
	15. PTAR-RS. Ampliación de la capacidad de tratamiento de la PTAR Río Seco en la ciudad de Córdoba	Córdoba
	16. DIAG. Elaboración del diagnóstico al sistema de abastecimiento del Sistema Acueducto Uxpanapa La Cangrejera	Veracruz
	17. CENTRO. Rehabilitación y Ampliación del Centro Regional para Atención de Emergencias, Organismo de Cuenca Golfo Centro, Veracruz, Municipio de Boca del Río	Boca del Río
	18. EEPR. Elaboración de estudios de preinversión para la Reubicación de Estación de bombeo drenaje combinado PB1, en la ciudad y puerto de Veracruz, Ver.	Veracruz
	19. PROAGUA. Proagua Rural 2021	Comapa

Institución	Programas o proyectos ¹	Municipios CONECTA
	20. BORDOS . Elaborar un manual para la construcción de bordos en drenes naturales	Huatusco, Tlaltetela, Totutla, Sochiapa, Zentla, Camarón de Tejeda, Soledad de Doblado, Paso del Macho, Tepatlaxco, Córdoba, Amatlán de los Reyes, Ixhuatlán del Café, Cotaxtla, Jamapa.
	21. COSECHA . Programa piloto de cosecha de agua de lluvia en 15 Cabeceras municipales de la cuenca alta del río La Antigua en Veracruz y la cuenca alta del río La Antigua en Puebla.	Quimixtlán
	22. LAGUNAS . Rescate de la salud del sistema de lagunas interdunarias entre la ciudad de Veracruz y Boca del Río hasta la Antigua.	Veracruz, Boca del Río, Manlio Fabio Altamirano
	23. RESI . Incrementar resiliencia de zonas conurbadas de la cd. de Veracruz y Boca del Río y evitar inundaciones en zonas urbanas y rurales.	Veracruz, Boca del Río, Manlio Fabio Altamirano

¹ Acrónimos (resaltados en negritas) de los proyectos y programas incluidos en el análisis de redes (Fig. 38).

² Información disponible a nivel federal o estatal.

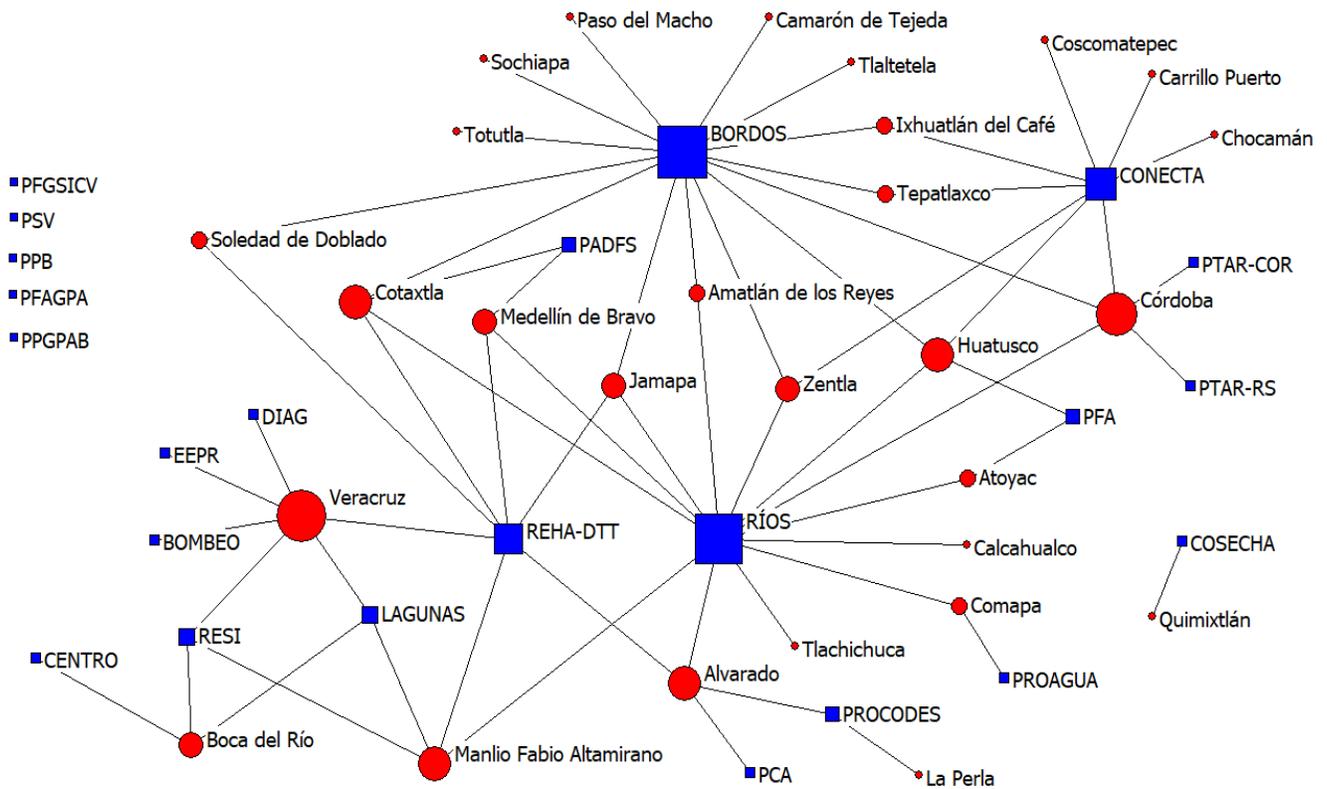


Fig. 38. Sociograma de instituciones con programas o proyectos (cuadrados en color azul) en los municipios de incidencia (círculos en color rojo) de la cuenca Río Jamapa. El tamaño de los nodos corresponde al índice de centralidad (número de vínculos directos).

9.3.3. Subcuencas prioritarias

En este apartado se describen las subcuencas con mayor o menor prioridad de intervención con base en la integración de enfoques para focalizar actividades de conservación, restauración o adecuación de prácticas productivas (Fig. 39). La Tabla 26 incluye el listado y tipo de subcuenca, así como el cálculo de superficies (km²) de ANP y ADVC (SIGEIA-SEMARNAT, 2022). Además, se sistematiza la información de los subproyectos de CONECTA que se llevan a cabo en la cuenca RJ (ANEXO 3).

De acuerdo con los resultados, **las subcuencas de El Tejar (ID: 3), Los Robles (ID: 4), Tamarindo (ID: 16), Cuitláhuac (ID: 26), General Miguel Alemán (Potrero Nuevo) (ID: 27), Ixcatla (ID: 30), Córdoba (ID: 32) y Coscomatepec de Bravo (ID: 34) resultaron con la mayor prioridad para llevar a cabo actividades de conservación, restauración y adecuación de prácticas productivas.** En conjunto, estas subcuencas albergan una población aproximada de 394,128 personas, que representan alrededor del 55% de la población total de la cuenca, abarcando las principales localidades de Veracruz, Boca del Río y Córdoba. Las subcuencas destacan por su conectividad hidrológica entre las zonas alta y baja de la cuenca, convirtiéndolas en áreas clave para la provisión y demanda de agua. Esto se refleja en la concentración de los mayores volúmenes de concesiones y asignaciones de agua superficial y subterránea, utilizadas principalmente para fines agropecuarios, lo que genera una intensa presión debido a la expansión de la frontera agrícola y pecuaria sobre la conservación de la vegetación natural, la cual cubre apenas el 27.9% de la superficie total de la cuenca. Además, estas subcuencas presentan una alta exposición ante los efectos potenciales del cambio climático, lo que refuerza la necesidad de acciones a corto plazo para su manejo y protección.

En términos generales, la mayoría de las subcuencas presentan una prioridad alta o media para la adecuación de prácticas productivas, debido a la presencia en mayor o menor medida de áreas de pastizales y cultivos agrícolas. Las subcuencas de El Tejar, Los Robles, Tamarindo y Cuitláhuac tienen más del 48% de su superficie cubierta por cultivos agrícolas y alrededor del 32% por pastizales, con una creciente expansión de cultivos de maíz, caña y limón. Ante este escenario, es esencial evaluar el estado actual de estas áreas para fortalecer las iniciativas existentes, establecer sinergias y mantener un monitoreo a largo plazo, con el fin de promover y consolidar prácticas sostenibles. Por ejemplo, los subproyectos de CONECTA que se desarrollan en la cuenca RJ para fortalecer las fortalezas de las capacidades productivas a través de prácticas sostenibles (Tabla 26, ANEXO 3).

Por otro lado, las subcuencas de General Miguel Alemán (Potrero Nuevo), Ixcatla, Córdoba y Coscomatepec de Bravo, junto con Ixhualtán del Café y Xocotla cuenta con más del 62% de su superficie cubierta por vegetación natural, entre las cuales destacan las coberturas de bosque

mesófilo de montaña (24%), bosque de pino (22%) y selva alta perennifolia/subperennifolia (8%). Además, el 16.1% de la superficie de estas dos últimas subcuencas se encuentra dentro del Parque Nacional Pico de Orizaba (SIGEIA-SEMARNAT, 2022). Esto resalta la importancia de alinear y fortalecer los objetivos del PAMIC con los Programas de Manejo de las ANP presentes en la cuenca RJ, con el fin de consolidar las acciones de conservación y evaluar posibles acciones complementarias que aprovechen las capacidades locales fuera de las ANP.

De acuerdo con lo anterior, es altamente recomendable llevar a cabo un análisis detallado de los procesos productivos, las dinámicas socioeconómicas, los intereses y los retos específicos relacionados con la implementación o adaptación de estrategias específicas para la conservación, restauración y el manejo sostenible. Esto debe llevarse a cabo tomando en cuenta el contexto socioecológico, los recursos disponibles, la disposición de las partes interesadas y la viabilidad de las acciones a un nivel más local.

Tabla 26. Descripción de las subcuencas ordenadas de acuerdo con su prioridad de intervención para focalizar actividades de conservación (**CON**), restauración (**RES**) o adecuación de prácticas productivas (**APP**). Tipo de subcuenca: Emisora (**E**), Receptora (**R**).

ID	Subcuenca	Tipo de subcuenca	CON	RES	APP	PSA (km ²)	ANP (km ²)	Subproyectos CONECTA y RÍOS
3	El Tejar	E-R	Alta	Alta	Alta	13.53	0	2
4	Los Robles	E-R	Alta	Alta	Alta	0	0	1
16	Tamarindo	E-R	Alta	Alta	Alta	0	0	1
26	Cuitláhuac	E-R	Alta	Alta	Alta	0	0	0
27	General Miguel Alemán (Potrero Nuevo)	E-R	Alta	Alta	Alta	0	4.51	1
30	Ixcatla	E-R	Alta	Alta	Alta	0	0	1
32	Córdoba	E-R	Alta	Alta	Alta	6.14	0	4
34	Coscomatepec de Bravo	E	Alta	Alta	Alta	0	0	1
33	Ixhuatlán del Café	E	Alta	Media	Alta	39.58	0	2
35	Xocotla	E	Alta	Media	Alta	17.59	0	2
29	Huatusco de Chicuellar	E	Alta	Media	Media	0	0	5
1	Boca del Río	R	Media	Media	Media	1.48	0	0
19	Chavaxtla	E	Media	Media	Media	0	0	4
23	Loma ngosta	E	Media	Media	Media	0	0	1
24	La Palma	E	Media	Media	Media	0	0	0
25	San José Tenejapa	E-R	Media	Media	Media	0	0	1
31	Ocotitlán	E	Media	Media	Media	0	0	1
7	El Zacatal	E-R	Baja	Media	Media	0	0	1
8	La Capilla	E-R	Baja	Media	Media	0	0	1
17	Cerro Alto	E-R	Media	Baja	Media	0	0	0
18	Boca del Monte	E	Media	Baja	Media	0	0	1
20	Tepatlxaco	E-R	Media	Baja	Media	0	0	2
5	Soledad de Doblado	E-R	Baja	Baja	Media	0	0	1
6	La Matamba (Higuera de las Raíces)	E-R	Baja	Baja	Media	0	0	1
13	El Jobo (Jobo viejo)	E-R	Baja	Baja	Media	0	0	1
15	Camarón de Tejeda	E-R	Baja	Baja	Media	0	0	0
21	Paso del macho	E	Baja	Baja	Media	0	0	0

ID	Subcuenca	Tipo de subcuenca	CON	RES	APP	PSA (km ²)	ANP (km ²)	Subproyectos CONECTA y RÍOS
28	San Rafael Río Seco	E-R	Baja	Baja	Media	0	0	0
2	Loma Bonita	E	Baja	Baja	Baja	0	0	0
9	Rincón de Barrabas	E-R	Baja	Baja	Baja	0	0	0
11	Mata Tejón	E	Baja	Baja	Baja	0	0	1
12	La Tinaja	E-R	Baja	Baja	Baja	0	0	1
14	Ejido El jobo (Jobo Nuevo)	E-R	Baja	Baja	Baja	0	0	1
22	San José Balsa Camarón (La Colmena)	E-R	Baja	Baja	Baja	0	0	0
10	La Mestiza	E	Baja	Baja	Baja	0	0	0

* Subcuencas con mayor conectividad (grado e intermediación) de acuerdo con el análisis de redes.
ANP y ADVC- Áreas Naturales Protegidas y Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (SIGEIA-SEMARNAT, 2022)
 Iniciativas del proyecto CONECTA impulsadas por el INECC-FMCN-FGM con apoyo de GEF-Banco Mundial (2022-2025) (ANEXO 3).

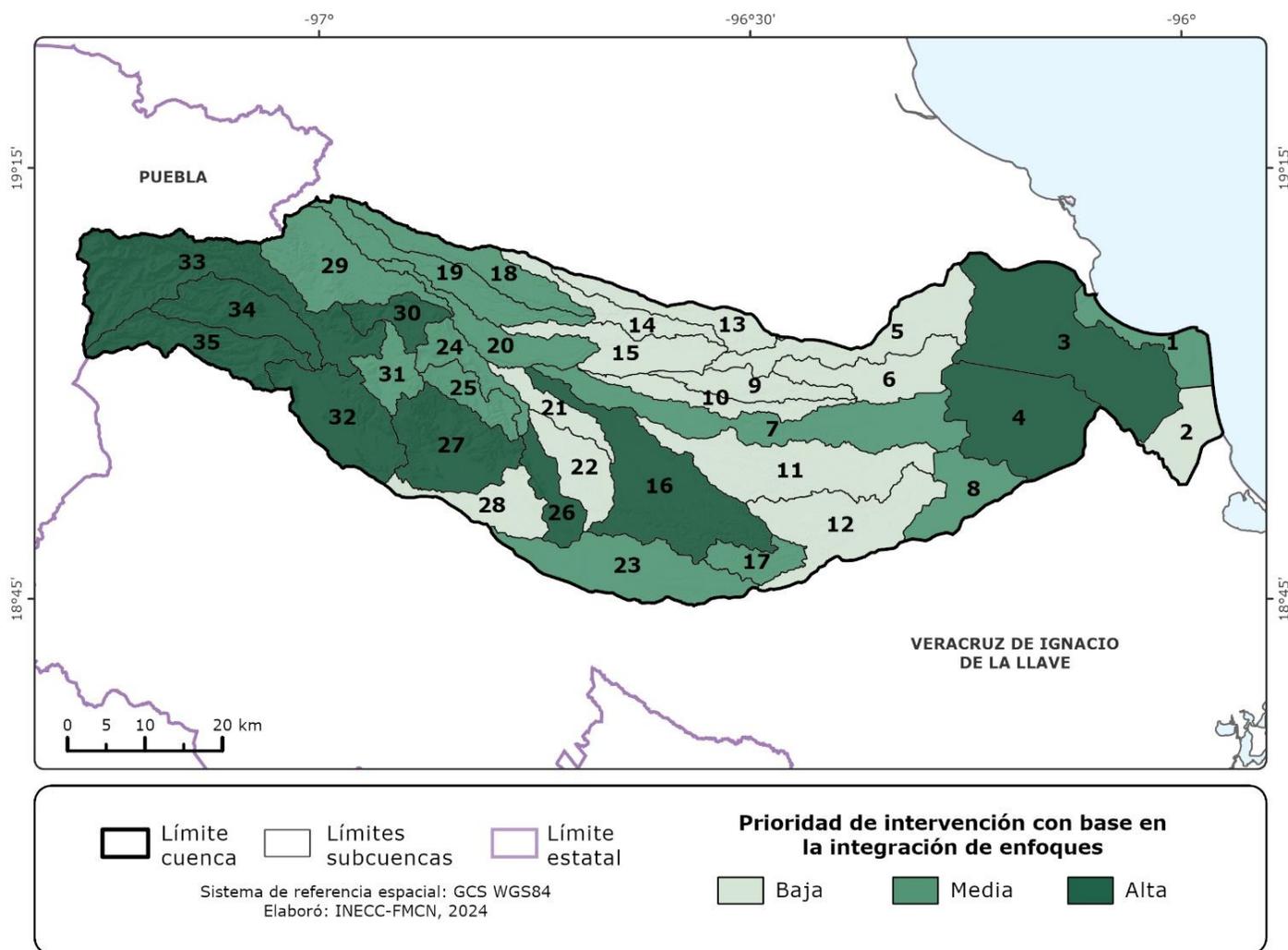


Fig. 39. Mapa de priorización de subcuencas con base en la integración de enfoques para focalizar actividades de conservación, restauración o adecuación de prácticas productivas en la cuenca del Río Jamapa.

10. Conclusiones

Los resultados del PAMIC de la cuenca RJ muestran que los SE de provisión de agua y retención de nutrientes destacan por su mayor presencia en la zona alta de la cuenca, donde predominan ecosistemas como los bosques de encino, pino, oyamel y el bosque mesófilo de montaña, que desempeñan un papel crucial en la regulación hídrica y la calidad del suelo. Por otro lado, el control del transporte de sedimentos, un servicio esencial para la prevención de la erosión y la protección de laderas es significativamente mayor en la zona baja de la cuenca.

Las principales actividades productivas en la parte alta de la cuenca RJ se enfocan en el cultivo de maíz y la producción de café en sistemas agroforestales, que favorecen prácticas sostenibles como el cultivo bajo sombra. A medida que se desciende hacia la parte media de la cuenca, predomina la asociación de cultivos de café bajo sol, maíz con caña, chayote, aguacate y cítricos.

En cuanto a la cuenca media, predominan los pastizales y los cultivos de maíz, caña y limón. Además de la ganadería bovina de doble propósito, en donde la engorda de ganado y la cría de vientres se configura como una de las actividades principales en la parte media de la cuenca. Asimismo, se identifican cultivos para forraje y el uso de cercos vivos con especies como cocuite, cedro, roble, huizache, higuera y palo amarillo.

Por último, en la parte baja de la cuenca, los ríos desembocan en el sistema Lagunar de Alvarado con presencia de manglar en la zona costera. Los principales cultivos en la zona son los árboles frutales, como la piña, el mango y la sandía, así como cultivos de caña y limón. Asimismo, se cría ganado para engorda y producción de lácteos. En esta zona, también se ha identificado algunos impactos por el desarrollo urbano y las actividades turísticas, así como la falta del tratamiento de aguas residuales.

Estos cambios observados en las actividades económicas y patrones de cambio en el uso de suelo y vegetación podrían agravar los riesgos ambientales y sociales sino se fortalecen o implementan incentivos, apoyos, programas e instrumentos regulatorios con perspectiva de género, tanto a nivel local como regional. Las tendencias actuales de cambio de uso de suelo, en combinación con efectos del cambio climático como el aumento en la intensidad de las precipitaciones y la temperatura, apuntan a una agudización de los impactos y presiones que determinan el mantenimiento y provisión de los SE, lo que generará efectos potencialmente adversos en el suministro y purificación de agua, control de inundaciones, provisión de alimentos, y secuestro de carbono, entre otros SE (IPBES, 2019).

Los modelos utilizados en el PAMIC son una representación simplificada de sistemas reales complejos a partir de escenarios construidos para proyecciones futuras. En la guía metodológica

también se puede consultar con mayor detalle del proceso de elaboración, modelación y análisis de los PAMIC, considerando sus alcances y limitaciones para una mejor interpretación en un contexto específico de toma de decisiones. (INECC-FMCN, 2023).

Los PAMIC identifican y analizan las características socio-ecológicas e interconexiones entre las unidades territoriales (subcuencas) con base en la relación de oferta (provisión) y demanda (personas usuarias o beneficiarias) de SE relevantes, incorporando a su vez, escenarios de cambio climático y cambios potenciales de uso de suelo y vegetación. El proceso metodológico con enfoque de cuenca de los PAMIC se construyó con la finalidad de que se pueda replicar, adaptar o complementar con otros enfoques o herramientas de análisis (p.ej. valoración económica de SE o estudios de agua subterránea en cuencas áridas o semiáridas).

Los resultados del PAMIC indican que el mayor rendimiento hídrico y recarga local, asociados con el SE de provisión de agua en la cuenca RJ, se concentran principalmente en las subcuencas con mayor cobertura de bosques y selvas. Asimismo, se identificaron valores altos de rendimiento hídrico en áreas urbanas, como en la subcuenca de Córdoba, donde se localiza el principal asentamiento poblacional. Sin embargo, altos valores de escorrentía superficial o recarga local no implican necesariamente una mayor disponibilidad de agua para usos consuntivos, ya que esta disponibilidad depende de la infraestructura, redes de distribución y acuerdos locales, así como de la calidad del recurso hídrico. Por lo tanto, estas tendencias deben interpretarse en función de su interacción con otros SE como el control de la erosión, la retención de nutrientes, el almacenamiento de carbono, la prevención de inundaciones y los beneficios culturales (Brauman et al., 2014).

Por ejemplo, una mayor producción de agua o escorrentía en áreas sin vegetación puede aumentar la probabilidad de erosión del suelo, arrastre de sedimentos y comprometer la calidad del agua, incrementando el riesgo de azolvamiento o inundación, la pérdida de hábitats acuáticos y la disminución de servicios culturales (Carter Berry et al., 2020; Felipe-Lucia et al., 2018; Teixeira et al., 2019). Además, las interpretaciones de estos resultados deben considerar la potencial subestimación de los consumos de agua y la validación en campo de las tasas de evapotranspiración de los diferentes cultivos agrícolas, las cuales se modelaron considerando los valores promedio reportados en FAO (2006).

Las principales cargas de sedimentos, originadas por procesos de erosión hídrica del suelo, predominan en las subcuencas ubicadas en la zona alta de la cuenca RJ, principalmente en las subcuencas: Huatusco De Chicuellar, Córdoba, Ixhuatlán del Café, Coscomatepec de Bravo y Xocotla, en donde se presentan pendientes pronunciadas y usos de suelo agrícolas. Estos resultados enfatizan la importancia de verificar los USV e implementar medidas de conservación

en las regiones montañosas, así como en las zonas agrícolas localizadas sobre suelos frágiles y con pendientes pronunciadas. Es importante mencionar que la interpretación de los valores obtenidos mediante la ecuación RUSLE se deben hacer con fines comparativos, ya que el modelo empírico solo contempla la erosión laminar y en surcos, lo que podría sobreestimar los valores reales en pendientes pronunciadas y subestimarlos en pendientes bajas (Benavidez et al., 2018; Lianes et al., 2009).

Las zonas con mayores cargas de nutrientes, que pueden generar impactos negativos en la calidad de los cuerpos de agua, coinciden con áreas donde se aplican altas concentraciones de fertilizantes en los cultivos predominantes. De acuerdo con los resultados de las entrevistas en territorio y la agenda técnica agrícola del estado de Veracruz (INIFAP, 2017), los cultivos de caña, papa y piña registran las mayores aplicaciones de fertilizantes, con un intervalo promedio de 150-300 y 100-200 kg/ha al año de compuestos de N y P, los cuales generalmente se aplican con base en el criterio de los productores.

En general, el INIFAP (2017) recomienda que los programas de fertilización se diseñen considerando las necesidades nutricionales de los cultivos, reciclaje, exportación en la cosecha y pérdidas a lo largo del ciclo productivo. Además, es fundamental complementar esta evaluación con herramientas como el análisis de suelo y la identificación de deficiencias nutricionales. Dependiendo exclusivamente de un solo método puede resultar inadecuado y potencialmente riesgoso. Por lo tanto, es fundamental promover la capacitación y acceso a diferentes metodologías para generar recomendaciones de fertilización más precisas y efectivas. De manera complementaria, el establecimiento de sistemas agroforestales que permitan la conservación y restauración del suelo, así como la producción diversificada y la elaboración de bioinsumos, son estrategias esenciales para reducir el uso de fertilizantes, plaguicidas y herbicidas inorgánicos o químicos.

Ante estos resultados, el esquema de integración y análisis para la priorización territorial del PAMIC permite fortalecer la gestión integral de la cuenca RJ a través de la focalización de acciones para la conservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los elementos y bienes comunes que intervienen en la provisión y mantenimiento de SE relevantes para la funcionalidad del territorio. Estos resultados a nivel de subcuenca se complementaron con una caracterización socioeconómica que permitieron identificar la presencia de ciertos contextos marcados por desigualdades socioeconómicas y de género (p.ej. brechas de género en la distribución del trabajo no remunerado y en el acceso o control de recursos naturales, materiales, financieros e institucionales).

Con base en este esquema conceptual, se identificaron las subcuencas que serían prioritarias para llevar a cabo acciones de conservación, restauración o adecuación de prácticas productivas, como parte de la agenda ambiental de la cuenca RJ. Algunas de estas actividades se enfocan en realizar actividades de mantenimiento a las restauraciones y reforestaciones; el control de especies invasoras; el establecimiento del esquema de PSA; la implementación de mejores prácticas agrícolas, como la diversificación y rotación de cultivos; la distribución estratégica para la captación de agua pluvial; el establecimiento de sistemas agroforestales de producción diversificada; la implementación de cercos vivos en predios ganaderos; el mejoramiento del manejo sanitario y reproductivo del ganado y la rehabilitación de pastizales con especies nativas.

No obstante, dadas las presiones identificadas en la cuenca RJ, es fundamental identificar e implementar acciones que se alineen con iniciativas y programas ya establecidos a nivel local y regional, como los descritos en el ANEXO 3 ANEXO 3. Esto incluye plataformas como la conformación de juntas intermunicipales de medio ambiente, el fortalecimiento de redes de colaboración e intercambio de experiencias, así como la promoción de sellos ganaderos, que incentiven mejores prácticas orientadas a mejorar el bienestar animal y la nutrición, al tiempo que priorizan el cuidado ambiental en el desarrollo de la actividad ganadera.

Los resultados generados a partir de la metodología, el conocimiento científico y la participación de las personas en los talleres realizados en la elaboración del PAMIC, requieren ser compartidos y apropiados por las personas, instituciones y organizaciones locales en un proceso de participación. Este proceso de comunicación y difusión de los resultados permitirá determinar sus acciones, visiones y capacidades dentro de las subcuencas prioritarias, identificando su coincidencia con aquellas que se definan desde lo territorial y donde existan las capacidades para la promoción de acciones, partiendo de la comprensión con una mayor corresponsabilidad territorial.

En resumen, los PAMIC brindan información relevante para la formulación de nuevos proyectos que se diseñen con base en las necesidades y prioridades del contexto territorial. El enfoque multidisciplinario espacialmente explícito ofrece información más completa e integral, lo que puede contribuir significativamente a mejorar los planes de desarrollo y ordenamiento territorial de la cuenca RJ. Asimismo, también resulta necesario promover o fortalecer mecanismos participativos como los Consejos y Comités de Cuenca, en los que se pueda contar con mayor representatividad de pueblos originarios, afromexicanos, mujeres y jóvenes. Esto con el propósito de revisar el progreso y los resultados de los proyectos, clasificarlos en función de sus enfoques y objetivos, y priorizarlos conforme a planes estratégicos locales con una visión a largo plazo.

Finalmente, la promoción e implementación de prácticas sostenibles en el sector agrícola y ganadero, dependerá en gran medida de que, como sociedad, reconozcamos, valoremos y promovamos la conservación de los SE.

11. Recomendaciones y perspectivas a futuro

- Actualmente, la legislación federal relevante en materia ambiental y de desarrollo rural sustentable (DOF, 2018a, 2018b, 2012a, 1988) reconoce la importancia de la perspectiva de género (PdG), la participación de las mujeres y la igualdad sustantiva para la preservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. La PdG es una metodología para reconocer las diferentes necesidades y capacidades de las personas con la finalidad de catalizar condiciones de igualdad entre hombres y mujeres; lo cual permite fortalecer los procesos de gobernanza para alcanzar mejores resultados ambientales y sociales a largo plazo. Considerando lo anterior y de manera complementaria a los resultados del PAMIC, en el ANEXO 4 se pueden consultar algunas recomendaciones específicas para la transversalización de la perspectiva de género en iniciativas de restauración, conservación y adecuación de prácticas productivas.
- La construcción de la agenda ambiental para la cuenca RJ también incorpora la identificación de programas y proyectos que contribuyen con los objetivos y alcances del PAMIC para promover la articulación de acciones en las subcuencas prioritarias. Esto permitirá orientar y planificar siguientes etapas dentro del marco de acción de los programas y proyectos locales para vincular a los actores e instituciones con inversiones que tomen en cuenta la necesidad de generar un balance entre las necesidades de la sociedad y el mantenimiento de los SE en el presente y futuro. En etapas subsecuentes, también será fundamental mantener actualizada la información y complementarla con la integración de nuevos programas y acciones que consideren la visión sistémica de los PAMIC y diferentes SE (p.ej. polinización, recreación, almacenamiento y captura de carbono), incluyendo otras fuentes de contaminación, actividades o eventos (p. ej. minería, turismo, tratamiento de aguas residuales, residuos sólidos) con impactos potenciales sobre los ecosistemas.
- El proceso de apropiación, comunicación y difusión de los resultados del PAMIC también permitirá fortalecer procesos de democratización, inclusión, vinculación, empoderamiento y transparencia en la toma de decisiones y la implementación de las acciones que actualmente se impulsan territorialmente dentro de sus consejos de cuenca y órganos auxiliares. En los siguientes pasos, será fundamental continuar involucrando a grupos en situación de mayor vulnerabilidad (pueblos originarios, afromexicanos, mujeres, jóvenes y organizaciones en zonas de muy alta marginación) y a mayor cantidad de representantes de sectores públicos, privados, académicos y empresariales.

- La interrelación existente entre los ecosistemas, sus SE y los sistemas sociales, productivos y económicos, debe reflejarse en instrumentos de planeación, en la selección de áreas prioritarias para la implementación de acciones y en la toma de decisiones para la distribución de los recursos con una clara estrategia de seguimiento, monitoreo y evaluación. Por lo que, a futuro, resulta fundamental establecer de manera conjunta con otras instituciones públicas o privadas, el diseño de una estrategia de seguimiento y monitoreo que evalúe la respuesta de las acciones propuestas para el mantenimiento o mejoramiento de los SE relacionados con las actividades agropecuarias y agroforestales a nivel de cuenca hidrográfica, con agendas ambientales que favorezcan el manejo sostenible de los recursos hídricos inherentes a los sistemas socio-ecológicos.
- Los PAMIC representan una herramienta de diagnóstico, planeación y gestión del territorio que promueve un modelo dinámico e integral que analiza un sistema territorial complejo con base en sus dimensiones geográficas, biológicas, económicas y sociales; lo que permite identificar las posibles externalidades (tanto positivas como negativas) en el bienestar humano y de nuestros ecosistemas. Sin embargo, las personas encargadas de tomar decisiones deben definir de manera clara los objetivos y alcances, evaluar las características específicas de cada modelo en el contexto dado, y realizar una autoevaluación de sus recursos y habilidades técnicas para comprender y priorizar las necesidades particulares que se deben atender en cada una de las cuencas.
- La implementación de las acciones propuestas en la Agenda Ambiental de los PAMIC debe estar en completa concordancia con el marco legal y normativo, tanto a nivel federal como local. En particular, las acciones sugeridas dentro de los límites de las Áreas Naturales Protegidas (ANP), tanto a nivel federal como estatal, deben tener en cuenta los programas de manejo vigentes y contar con la debida autorización de la autoridad correspondiente, de acuerdo con los objetivos y enfoque de cada actividad.
- Por último, es imperativo evitar cualquier actividad que conlleve el reasentamiento de las comunidades locales o poblaciones indígenas, así como aquellas que puedan perjudicar o restringir el acceso a sus territorios y recursos naturales. Además, se deben prevenir actividades que puedan tener impactos negativos sobre el patrimonio cultural, así como aquellas que sean relevantes para la identidad, los aspectos culturales, ceremoniales o espirituales de la vida de estos pueblos.

GLOSARIO

Adaptación al cambio climático. Medidas y ajustes para enfrentar los efectos potenciales del cambio climático y disminuir los daños que ocasiona. El IPCC también lo define como las iniciativas y medidas encaminadas a reducir la vulnerabilidad de los sistemas naturales y humanos ante los efectos reales o esperados de un cambio climático.

Anomalía climática. Desviación de una variable climática a partir de su valor promediado durante un período de referencia.

Asignación. Título que otorga el Ejecutivo Federal, a través de "la Comisión" o del Organismo de Cuenca que corresponda, conforme a sus respectivas competencias, para realizar la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales, a los municipios, a los estados o al Distrito Federal, destinadas a los servicios de agua con carácter público urbano o doméstico.

Barlovento. En la geografía, se denomina barlovento a la ladera de una montaña a la cual llegan los vientos cargados de humedad que proceden del mar.

Brechas de género. Son una medida estadística que muestra la diferencia respecto al valor de un mismo indicador para hombres y mujeres. Las brechas de género permiten describir la magnitud de la desigualdad entre hombres y mujeres respecto a acceso y control de recursos económicos, sociales, económicos, políticos, entre otros. Un ejemplo de brecha de género es la diferencia entre el porcentaje de población económicamente inactiva de mujeres y hombres.

Cambio climático. El cambio climático hace referencia a una variación del estado del clima identificable (p. ej., mediante pruebas estadísticas) en las variaciones del valor medio o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante períodos prolongados, generalmente décadas o períodos más largos. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) lo define como "cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables".

Concesión de agua. Título que otorga el Ejecutivo Federal para la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales, y de sus bienes públicos inherentes, a las personas físicas o morales de carácter público y privado.

Conectividad ecológica. Se refiere a la conexión física y funcional entre diferentes hábitats y paisajes que permite el movimiento de especies y la transferencia de energía y nutrientes. La conectividad ecológica es esencial para el mantenimiento de la biodiversidad y la resiliencia de los ecosistemas frente a las perturbaciones naturales y antropogénicas.

Consejos de Cuenca. La Ley de Aguas nacionales (LAN) establece que los Consejos de Cuenca son órganos colegiados de integración mixta para la planeación, realización y administración de las acciones de gestión de los recursos hídricos por cuenca o región hidrológica. Representan instancias de apoyo, concertación, consulta y asesoría entre la CONAGUA y los diferentes usuarios del agua en el país. En ellos convergen los tres órdenes de gobierno, los usuarios particulares y las organizaciones de la sociedad.

Cuenca hidrográfica. Es la unidad del territorio delimitada por un parteaguas o divisoria del agua superficial — línea poligonal formada por los puntos de mayor elevación en dicha unidad—, en donde transcurre el agua en distintas formas, y ésta se almacena o fluye hasta un punto de salida que puede ser el mar u otro cuerpo receptor interior, a través de una red hidrográfica de cauces que convergen en uno principal, o bien el territorio en donde las aguas forman una unidad autónoma o diferenciada de otras, aun sin que

desemboquen en el mar. En dicho espacio delimitado por una diversidad topográfica, coexisten los recursos agua, suelo, flora, fauna y otros recursos naturales.

Enfoque sistémico. Es un modelo conceptual que opera sobre los criterios de selección de elementos relevantes, ampliando el campo de significación, a fin de delimitar el objeto de estudio en función del conjunto de interrelaciones que mantiene con la totalidad de lo real y abordando intencionalmente, toda su complejidad.

Externalidades. Una externalidad ambiental se refiere a los efectos indirectos o impactos positivos o negativos que una actividad o proceso económico genera en los ecosistemas.

Gestión integral del agua. Proceso que promueve el desarrollo de políticas públicas en materia de recursos hídricos, con el fin de maximizar el bienestar social y económico equitativamente sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales.

Ley de Aguas Nacionales (LAN). Ley reglamentaria del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales; es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación, de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable.

Manejo Adaptativo. Proceso de experimentación, aprendizaje y mejora continua que incorpora la incertidumbre como componente fundamental. Se basa en la comprensión de los sistemas socio-ecológicos como complejos y dinámicos: en su administración y gestión siempre contamos con certezas e incertidumbre de diversa naturaleza.

Manejo Integrado del paisaje (MIP). Estrategia de gestión que busca optimizar la utilización de los recursos bioculturales de un territorio. El MIP se basa en la colaboración entre los diferentes actores que intervienen en el territorio (p. ej. los propietarios de tierras, las comunidades locales, las autoridades gubernamentales, las organizaciones de la sociedad civil) y en la gestión sostenible del paisaje, considerando principios de integración, participación, adaptabilidad y sostenibilidad.

Mitigación del cambio climático. Acciones para reducir las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero a la atmósfera y aumentar su captura y almacenamiento.

Modelo hidrológico. Representación simplificada de un sistema real complejo, bajo principios físicos o matemáticos, el cual simula la evolución del almacenamiento y los flujos de agua, así como las propiedades químicas y físicas potencialmente asociadas en la superficie y el subsuelo.

Ordenamiento ecológico territorial (OET). Instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas con el fin de lograr la protección del ambiente, así como la preservación y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de estos.

Ordenamiento territorial. Política pública que tiene como objeto la ocupación y utilización racional del territorio como base espacial de las estrategias de desarrollo socioeconómico y la preservación ambiental.

Organismo de Cuenca. Unidad técnica, administrativa y jurídica especializada, con carácter autónomo, adscrita directamente al titular de la CONAGUA, cuyas atribuciones se establecen en la LAN y sus reglamentos, y cuyos recursos y presupuesto específicos son determinados por la CONAGUA.

Órganos auxiliares de Consejos de Cuenca. Comisiones y comités subordinados de los consejos de cuenca que se constituyen con carácter temporal o permanente, a nivel de subcuenca y unidades hidrológicas de

menor orden. Se forman para la atención de problemas que por su gravedad o complejidad requieren de acciones específicas o especializadas. Estas son: comisiones de cuenca, que trabajan a nivel de subcuenca; comités de cuenca, cuyo ámbito es la microcuenca; comités técnicos de aguas subterráneas (COTAS), que desarrollan sus actividades en el ámbito de los acuíferos, y comités de playas limpias, que promueven la gestión del agua en las zonas costeras. Asimismo, se conforman al interior de los consejos, los Grupos Especializados de Trabajo (GET) para la atención prioritaria de temas específicos.

Prácticas productivas climáticamente inteligentes: Soluciones propuestas para reorientar los sistemas productivos que soportan la seguridad alimentaria considerando los impactos del cambio climático. Estas actividades deben considerar tres aspectos: 1) incrementar la sustentabilidad de estas actividades promoviendo equitativamente los ingresos, la seguridad alimentaria, el desarrollo económico y el desarrollo social de la población más vulnerable, 2) promover e incrementar la resiliencia ante el cambio climático desde lo local a lo nacional, y 3) reducir y/o evitar las emisiones de gases de efecto invernadero.

Principio precautorio. Criterio enunciado en diversos tratados y declaraciones internacionales con el objetivo de exigir la adopción de medidas para evitar o reducir un riesgo sobre el cual prevalece incertidumbre científica.

Región hidrológica. Área territorial conformada en función de sus características morfológicas, orográficas e hidrológicas, en la cual se considera a la cuenca hidrológica como la unidad básica para la gestión de los recursos.

Sensitividad climática. Se refiere al calentamiento esperado a largo plazo después de duplicar las concentraciones de CO₂ atmosférico. Es uno de los indicadores más importantes de qué tan severos serán los impactos del calentamiento futuro. Este indicador es algo que surge de las simulaciones físicas y biogeoquímicas dentro de los modelos climáticos; no es algo que se establezca explícitamente por los grupos de modelación.

Servicios ecosistémicos. Son todas aquellas contribuciones, tanto positivas como negativas, derivadas de los sistemas naturales (p.ej. la diversidad de organismos, ecosistemas y sus procesos evolutivos y ecológicos asociados) que tienen efectos en la calidad de vida de las personas. En los marcos normativos de México, la LGEEPA define a los servicios ambientales como “los beneficios tangibles e intangibles, generados por los ecosistemas, necesarios para la supervivencia del sistema natural y biológico en su conjunto, y para que proporcionen beneficios al ser humano”.

Unidades ambientales biofísicas. Unidad espacial que ofrece oportunidades para la identificación, la aplicación de opciones de manejo de los recursos naturales y son una herramienta base para la toma de decisiones durante el proceso de planeación. Estas unidades se derivan de la información biofísica y socioeconómica disponible y su dinámica está dada por las intervenciones humanas en el paisaje.

Unidades económicas. Establecimientos (desde una pequeña tienda hasta una gran fábrica) asentados en un lugar de manera permanente y delimitado por construcciones e instalaciones fijas, además se realiza la producción o comercialización de bienes y servicios.

Uso consuntivo. Es aquel en el que el agua, una vez usada, no se devuelve al medio donde se ha captado, ni de la misma manera que se ha extraído.

Uso no consuntivo. Corresponden a los usos que ocurren directamente de las fuentes de agua sin extracción o consumo del recurso (p.ej. el agua utilizada para generar energía eléctrica).

NOTA: El glosario es una compilación de diversas fuentes con el fin de ilustrar los conceptos empleados en este documento, no constituye por tanto definiciones con fuerza legal.

Referencias

- Álvarez, R. (2024). Conservación en las cuencas Jamapa y Antigua – Dirección de Comunicación de la Ciencia. Universidad Veracruzana
<https://www.uv.mx/cienciauv/blog/conservacionenlascuencasjamapayantigua/Ciencia>.
- Ávila-García, D., Morató, J., Pérez-Maussán, A.I., Santillán-Carvantes, P., Alvarado, J., Comín, F.A., 2020. Impacts of alternative land-use policies on water ecosystem services in the Río Grande de Comitán-Lagos de Montebello watershed, Mexico. *Ecosyst. Serv.* 45. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2020.101179>
- Bagstad, K.J., Semmens, D.J., Waage, S., Winthrop, R., 2013. A comparative assessment of decision-support tools for ecosystem services quantification and valuation. *Ecosyst. Serv.* 5, 27–39.
<https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2013.07.004>
- Balvanera, P., Cotler, H., 2007. Los servicios ecosistémicos y la toma de decisiones: retos y perspectivas. *Gac. ecológica número Espec.* 84–85, 117–123.
- Benavidez, R., Jackson, B., Maxwell, D., Norton, K., 2018. A review of the (Revised) Universal Soil Loss Equation ((R)USLE): with a view to increasing its global applicability and improving soil loss estimates. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 6059–6086.
- Birch, J.C., Thapa, I., Balmford, A., Bradbury, R.B., Brown, C., Butchart, S.H.M., Gurung, H., Hughes, F.M.R., Mulligan, M., Pandeya, B., Peh, K.S.H., Stattersfield, A.J., Walpole, M., Thomas, D.H.L., 2014. What benefits do community forests provide, and to whom? A rapid assessment of ecosystem services from a Himalayan forest, Nepal. *Ecosyst. Serv.* 8, 118–127. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2014.03.005>
- Bolaños, M., Paz, F., Cruz, C., Argumendo, J., Romero, V., De la Cruz, J., 2016. Mapa de erosión de los suelos de México y posibles implicaciones en el almacenamiento de carbono orgánico del suelo. *Terra Latinoam.* 34.
- Borgatti, S., Everett, M., Freeman, L., 2002. Ucinet 6 for Windows Software for Social Network Analysis. [WWW Document]. Harvard, MA Anal. Technol. - Sci. Res. Publ. URL
<http://www.analytictech.com/archive/ucinet.htm> (accessed 10.20.22).
- Borselli, L., Cassi, P., Torri, D., 2008. Prolegomena to sediment and flow connectivity in the landscape: A GIS and field numerical assessment. *Catena* 75, 268–277. <https://doi.org/10.1016/J.CATENA.2008.07.006>
- Brauman, K.A., Van Der Meulen, S., Brils, J., 2014. Ecosystem Services and River Basin Management, *Handbook of Environmental Chemistry*. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-38598-8-10>
- Budyko, M.I., 1974. *Climate and Life*, Volume 18 - 1st Edition 507 pp.
- Carter Berry, Z., Jones, K.W., Gomez Aguilar, L.R., Congalton, R.G., Holwerda, F., Kolka, R., Looker, N., Lopez Ramirez, S.M., Manson, R., Mayer, A., Muñoz-Villers, L., Ortiz Colin, P., Romero-Urbe, H., Saenz, L., Von Thaden, J.J., Vizcaíno Bravo, M.Q., Williams-Linera, G., Asbjornsen, H., 2020. Evaluating ecosystem service trade-offs along a land-use intensification gradient in central Veracruz, Mexico. *Ecosyst. Serv.* 45, 101181. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2020.101181>
- Castro Mendoza, I., 2013. Estimación de pérdida de suelo por erosión hídrica en microcuenca de presa Madín, México. *Ing. Hidráulica y Ambient.* 34, 3–16.
- Chakraborty, T., Hsu, A., Many, D., Sheriff, G., 2019. Disproportionately higher exposure to urban heat in lower-income neighborhoods: a multi-city perspective. *Environ. Res. Lett.* 14, 105003.
<https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab3b99>
- Comín, F.A., Miranda, B., Sorando, R., Felipe-Lucia, M.R., Jiménez, J.J., Navarro, E., 2018. Prioritizing sites for ecological restoration based on ecosystem services. *J. Appl. Ecol.* 55, 1155–1163. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13061>
- Cheng, A.H.-D. et al., 1999. *Seawater Intrusion in Coastal Aquifers-Concepts, Methods and Practices* E. Perez, ed. https://www.academia.edu/85022864/Seawater_Intrusion_in_Coastal_Aquifers_Concepts_Methods_and_Practices
- CONAFOR, 2023a. Programa de Pagos por Servicios Ambientales. URL
<https://www.gob.mx/conafor/articulos/pago-por-servicios-ambientales-incentivos-economicos-para-la-conservacion-de-los-ecosistemas>
- CONAFOR. (2023). Plataforma Geoespacial de Datos Forestales (IDEFOR). URL <https://idefor.cnf.gob.mx/>
- CONAGUA, 2021a. Programa Nacional Hídrico 2020-2024. Comisión Nacional del Agua [WWW Document]. URL <https://www.gob.mx/conagua/articulos/consulta-para-el-del-programa-nacional-hidrico-2019-2024-190499> (accessed 10.12.22).
- CONAGUA, 2021b. Registro Público de Derechos de Agua (REPDa) [WWW Document]. URL <https://app.conagua.gob.mx/Repda.aspx> (accessed 12.1.21).
- CONANP. (2015). *Programa de Manejo Parque Nacional El Pico de Orizaba*. https://simec.conanp.gob.mx/pdf_libro_pm/106_libro_pm.pdf

- CONANP. (2017). *Programa de Manejo Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano*. www.conanp.gob.mx/datos_abiertos/DGCD/PN_Sistema_Arrecifal_Veracruzano.pdf
- CONANP. (2023). Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del Área Natural Protegida Área de Protección de Recursos Naturales Tlachinoltepetl.
- CONEVAL, 2020. Medición de la pobreza en los municipios de México (2010-2020). Cons. Nac. Evaluación la Política Desarro. Soc. URL <https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/Pobreza-municipio-2010-2020.aspx>
- Cotler, H., Cuevas, M., 2019. Adoption of soil conservation practices through knowledge governance: the Mexican experience. *J. Soil Sci. Environ. Manag.* 10.
- Daw, T., Brown, K., Rosendo, S., Pomeroy, R., 2011. Applying the ecosystem services concept to poverty alleviation: the need to disaggregate human well-being. *Environ. Conserv.* 38, 370–379. <https://doi.org/10.1017/S0376892911000506>
- De Groot, R.S., Wilson, M.A., Boumans, R.M.J., 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecol. Econ.* 41, 393–408. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(02\)00089-7](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(02)00089-7)
- Díaz, S., Pascual, U., Stenseke, M., Martín-López, B., Watson, R.T., Molnár, Z., Hill, R., Chan, K.M.A., Baste, I.A., Brauman, K.A., Polasky, S., Church, A., Lonsdale, M., Larigauderie, A., Leadley, P.W., Van Oudenhoven, A.P.E., Van Der Plaats, F., Schröter, M., Lavorel, S., Aumeeruddy-Thomas, Y., Bukvareva, E., Davies, K., Demissew, S., Erpul, G., Failler, P., Guerra, C.A., Hewitt, C.L., Keune, H., Lindley, S., Shirayama, Y., 2018. Assessing nature's contributions to people: Recognizing culture, and diverse sources of knowledge, can improve assessments. *Science* (80-.). 359, 270–272. https://doi.org/10.1126/SCIENCE.AAP8826/SUPPL_FILE/AAP8826-DIAZ-SM.PDF
- DOF, 2018a. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), Diario Oficial De La Federacion.
- DOF, 2018b. Ley Agraria, Diario Oficial de la Federación (DOF). H. Congreso de la Unión, México.
- DOF, 2012a. Ley General de Cambio Climático (LGCC), Cámara De Diputados Del H. Congreso De La Unión.
- DOF, 2012b. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio [WWW Document]. D. Of. la Fed. SEMARNAT. URL https://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/temas/ordenamientoecologico/Documents/documentos_bitacora_oegt/dof_2012_09_07_poegt.pdf
- DOF, 1988a. Ley General de Equilibrio Ecológico (LGEEPA). Cámara De Diputados Del H. Congreso De La Unión, México.
- DOF. (1988b). Resolución por la que se otorga a Acrilia, S. A. de C. V., *Permiso para elaborar el producto petroquímico que en el mismo se detalla*. DOF - Diario Oficial de la Federación. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4795371&fecha=08/12/1988#gsc.tab=0
- Droogers, P., Allen, R.G., 2002. Estimating reference evapotranspiration under inaccurate data conditions. *Irrig. Drain. Syst.* 16, 33–45.
- ESDIG-SEMARNAT, 2023. Espacio Digital Geográfico (ESDIG). URL <https://gisviewer.semarnat.gob.mx/geointegrador2Beta/index.html>
- ESRI, 2024. ArcGIS Pro 3.3.0.
- Estrada, F., Velasco, J.A., Martínez-Arroyo, A., Calderón-Bustamante, O., 2020. An Analysis of Current Sustainability of Mexican Cities and Their Exposure to Climate Change. *Front. Environ. Sci.* 8. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2020.00025>
- FAO, 2016. Policy Analysis Paper: Mainstreaming of biodiversity and ecosystems services with a focus on pollination.
- FAO, 2009. Guía para la descripción de suelos. Organ. las Nac. Unidas para la Agric. y la Aliment. 111.
- FAO, 2006. Evapotranspiración del cultivo, Estudio FAO Riego y Drenaje. - Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma, Italia.
- Felipe-Lucia, M.R., Soliveres, S., Penone, C., Manning, P., van der Plas, F., Boch, S., Prati, D., Ammer, C., Schall, P., Gossner, M.M., Bauhus, J., Buscot, F., Blaser, S., Blüthgen, N., de Frutos, A., Ehbrecht, M., Frank, K., Goldmann, K., Hänsel, F., Jung, K., Kahl, T., Nauss, T., Oelmann, Y., Pena, R., Polle, A., Renner, S., Schloter, M., Schöning, I., Schruppf, M., Schulze, E.D., Solly, E., Sorkau, E., Stempfhuber, B., Tschapka, M., Weisser, W.W., Wubet, T., Fischer, M., Allan, E., 2018. Multiple forest attributes underpin the supply of multiple ecosystem services. *Nat. Commun.* 9. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-07082-4>
- FIRCO-UAQ, 2005. Programa Nacional de Microcuencas. Fideicomiso de Riesgo Compartido. [WWW Document].
- FGM (2022), Diagnóstico ambiental y socioeconómico para la implementación de procesos de ganadería regenerativa en Veracruz, México, L. Zavaleta-Lizárraga, J. Vera-Cartas e I.S. Cortés-Flores (autores), Agencia Francesa de Desarrollo-Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, México.
- Fu, B., 1981. On the Calculation of the Evaporation from Land Surface. [WWW Document]. *Chinese J. Atmos. Sci.* 5, 23-31. (In Chinese).

- Fuentes-Mariles, Ó., Franco, V., Luna-Cruz, F., Vélez, L., & Morales, H. (2014). *Caracterización Fluvial e Hidráulica de las inundaciones en México: Organismo de Cuenca X Golfo Centro. Ciudad de Veracruz, Ríos Jamapa y Cotaxtla*.
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/153086/CARACTERIZACION_FLUVIAL_E_HIDRULICA_DE_LAS_INUNDACIONES_EN_MEXICO_VERACRUZ_INFORME_FINALIde2.pdf
- García, E., 1964. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen [WWW Document]. Inst. Geogr. UNAM. URL <http://www.igg.unam.mx/geoigg/biblioteca/archivos/memoria/20190917100949.pdf> (accessed 11.21.22).
- Grêt-Regamey, A., Sirén, E., Brunner, S.H., Weibel, B., 2017. Review of decision support tools to operationalize the ecosystem services concept. *Ecosyst. Serv.* 26, 306–315. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.10.012>
- Grizzetti, B., Lanzanova, D., Liqueste, C., Reynaud, A., Cardoso, A.C., 2016. Assessing water ecosystem services for water resource management. *Environ. Sci. Policy* 61, 194–203.
<https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.04.008>
- Gudiño, R. (2022). Costo de producción y rentabilidad de ganado vacuno en sistema de doble propósito en el municipio de Jamapa, Veracruz, México. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 288(2022), 277.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14174841005>
- Hamel, P., Chaplin-Kramer, R., Sim, S., Mueller, C., 2015. A new approach to modeling the sediment retention service (InVEST 3.0): Case study of the Cape Fear catchment, North Carolina, USA. *Sci. Total Environ.* 524–525, 166–177. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.04.027>
- Hamel, P., Guswa, A.J., 2015. Uncertainty analysis of a spatially explicit annual water-balance model: Case study of the Cape Fear basin, North Carolina. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 19, 839–853.
<https://doi.org/10.5194/HESS-19-839-2015>
- Hamel, P., Riveros-Iregui, D., Ballari, D., Browning, T., Céleri, R., Chandler, D., Chun, K.P., Destouni, G., Jacobs, S., Jasechko, S., Johnson, M., Krishnaswamy, J., Poca, M., Pompeu, P.V., Rocha, H., 2018. Watershed services in the humid tropics: Opportunities from recent advances in ecohydrology. *Ecohydrology* 11, 1–16. <https://doi.org/10.1002/eco.1921>
- Hamel, P., Valencia, J., Schmitt, R., Shrestha, M., Piman, T., Sharp, R.P., Francesconi, W., Guswa, A.J., 2020. Modeling seasonal water yield for landscape management: Applications in Peru and Myanmar. *J. Environ. Manage.* 270, 110792. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110792>
- Han, B., Reidy, A., Li, A., 2021. Modeling nutrient release with compiled data in a typical Midwest watershed. *Ecol. Indic.* 121, 107213. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.107213>
- Hansen, M.C., Potapov, P. V., Moore, R., Hancher, M., Turubanova, S.A., Tyukavina, A., Thau, D., Stehman, S. V., Goetz, S.J., Loveland, T.R., Kommareddy, A., Egorov, A., Chini, L., Justice, C.O., Townshend, J.R.G., 2013. High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. *Science*. American Association for the Advancement of Science. <https://doi.org/10.1126/science.1244693>
- Haro, A., Mendoza-Ponce, A., Calderón-Bustamante, Ó., Velasco, J.A., Estrada, F., 2021. Evaluating Risk and Possible Adaptations to Climate Change Under a Socio-Ecological System Approach. *Front. Clim.* 3. <https://doi.org/10.3389/fclim.2021.674693>
- Hausfather, Z., 2019. CMIP6: the next generation of climate models explained - Carbon Brief. *Clim. Model.* URL <https://www.carbonbrief.org/cmip6-the-next-generation-of-climate-models-explained/>.
- Hou, Y., Ding, S., Chen, W., Li, B., Burkhard, B., Bicking, S., Müller, F., 2020. Ecosystem service potential, flow, demand and their spatial associations: a comparison of the nutrient retention service between a human- and a nature-dominated watershed. *Sci. Total Environ.* 748.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141341>
- INECC-FGM, 2018. Plan de Acción para el Manejo Integral de Cuencas Hídricas: Cuenca del Río La Antigua. Proyecto: Conservación de Cuencas Costeras en el Contexto de Cambio Climático 156.
- INECC-FMCN, 2023. Ávila-García, D.; Hernández, E.; Fernández-Montes de Oca, A.; Cicchini, F.; Alvarado, J. y López S. Guía metodológica para los Planes de Acción para el Manejo Integral de Cuencas. Proyecto CONECTA. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN) y Banco Mundial., México.
- INECC-IMTA-INMUJERES, 2019. Incorporación de brechas de género en el Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático [WWW Document]. ANVCC. URL https://mapas.inecc.gob.mx/apps/VulnerabilidadBG/fichatecnicagenero_ANVCC.pdf (accessed 11.29.22).
- INECC, 2022. López-Díaz F., Nava Assad Y.S., Rojas Barajas M, González Terrazas D.I. Guía de Escenarios de Cambio Climático para Tomadores de Decisiones.
- INECC, 2019. Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático México, 1º. ed. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, México.
- INECC, 2015. Brechas de género por municipio [WWW Document]. Atlas Nac. Vulnerabilidad al Cambio Climático. URL https://mapas.inecc.gob.mx/apps/VulnerabilidadBG/index.html?no_mun=30087 (accessed 11.30.22).
- INEGI-CONAFOR-CONABIO-SEMARNAT, 2018. Mapa Nacional de referencia, cobertura de suelo. Landsat, 30 m. Sist. MAD-Mex. URL https://monitoreo.conabio.gob.mx/snmb_charts/descarga_datos_madmex.html.

- INEGI-INE-CONAGUA, 2007. Cuencas Hidrográficas de México (1:250,000). URL https://idegeo.centrogeo.org.mx/layers/geonode%3Acue250k_07gw_rt/layer_info_metadata.
- INEGI, 2022. Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas [WWW Document]. DENUE. URL <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/default.aspx> (accessed 11.29.22).
- INEGI, 2020. Censo de Población y Vivienda 2020, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. INEGI.
- INEGI, 2018. Conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación. Escala 1:250000. Serie VII. [WWW Document]. <https://www.inegi.org.mx/temas/usosuelo/>.
- INEGI, 2015. Encuesta Intercensal [WWW Document]. Encuesta intercensal. URL <https://www.inegi.org.mx/programas/intercensal/2015/> (accessed 7.17.23).
- INEGI, 2013a. Continuo de Elevaciones Mexicano (CEM 3.0). URL <https://www.inegi.org.mx/app/mapas/?tg=1015>.
- INEGI, 2013b. Conjunto de Datos Vectorial Edafológico. Escala 1:250 000 Serie II Continuo Nacional. URL <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825266707>.
- INEGI, 2007. Censo Ejidal [WWW Document]. URL <https://www.inegi.org.mx/programas/cae/2007/#Documentacion> (accessed 11.30.22).
- INEGI, 2002. Conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación. Escala 1:250000. Serie III. <https://www.inegi.org.mx/temas/usosuelo/>. URL <https://www.inegi.org.mx/temas/usosuelo/>.
- INIFAP, 2017. Agenda técnica agrícola del estado de veracruz.
- INIFAP, 2018. Agendas Tecnológicas. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. URL <https://www.gob.mx/inifap/acciones-y-programas/agendas-tecnologicas>.
- IPBES, 2016. Summary for policymakers of the methodological assessment of scenarios and models of biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, Germany.
- IPCC, 2022a. AR6 Synthesis Report: Climate Change. Intergov. Panel Clim. Chang. URL <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/>.
- IPCC, 2022b. IPCC WGI Interactive Atlas. IPCC Work. Gr. I AR6. URL <https://interactive-atlas.ipcc.ch/>.
- IPCC, 2021. AR6 Synthesis Report: Climate Change. Phys. Sci. Basis. URL <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/>.
- IPCC, 2020. The IPCC and the Sixth Assessment cycle. Switzerland. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-16-0496.1>
- IPCC, 2018. Anexo 1: Glosario [WWW Document]. Lent. Glob. 1,5 °C, Inf. Espec. del IPCC sobre los impactos del calentamiento Glob. 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales y las trayectorias Corresp. que deberían seguir las emisiones mundiales GEI. URL https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/10/SR15_Glossary_spanish.pdf (accessed 10.21.22).
- IPCC, 2007. PF 1.1 - CIE WGI Preguntas Frecuentes [WWW Document]. IPCC Fourth Assess. Rep. Clim. Chang. URL https://archive.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/es/faq-1-1.html (accessed 12.9.22).
- IPCC, 2001. Cambio climático 2001: Informe de síntesis Resúmenes de los Grupos de trabajo Resúmenes de los Grupos de trabajo para responsables de políticas y resúmenes técnicos.
- Jujnovsky, J., Ramos, A., Caro-Borrero, Á., Mazari-Hiriart, M., Maass, M., Almeida-Leñero, L., 2017. Water assessment in a peri-urban watershed in Mexico City: A focus on an ecosystem services approach. *Ecosyst. Serv.* 24, 91–100. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.02.005>
- Koetse, M.J., Renes, G., Ruijs, A., de Zeeuw, A.J., 2018. Relative price oncrease for nature and ecosystem services in cost-benefit analysis. PBL Netherlands Environ. Assess. Agency. PBL Publ.
- Laino-Guanes, R., González-Espinosa, M., Ramírez-Marcial, N., Bello-Mendoza, R., Jiménez, F., Casanoves, F., Musálem-Castillejos, K., 2016. Human pressure on water quality and water yield in the upper Grijalva river basin in the Mexico-Guatemala border. *Ecohydrol. Hydrobiol.* 16, 149–159. <https://doi.org/10.1016/j.ecohyd.2015.12.002>
- Lianes, E., Marchamalo, M., Roldán, M., 2009. Evaluación Del Factor C De La Rusle Para El Manejo De Coberturas Vegetales En El Control De La Erosión En. *Agron. Costarric.* <https://doi.org/https://doi.org/10.15517/rac.v33i2>
- Loredo-Osti, C., Beltrán, S., Moreno, S., Casiano, M., 2007. Predicción de riesgo a la erosión hídrica a nivel de microcuenca. . *Foll. Técnico. INIFAP-CIRNE.* 29, 66.
- Maes, J., Teller, A., Erhard, M., Liqueste, C., Braat, L., Berry, P., Egoh, B., Puydarrieux, P., Fiorina, C., Santos, F., Paracchini, M., Keune, H., Wittmer, H., Hauck, J., Fiala, I., Verburg, P., Condé, S., Schägner, J., Miguel San, J., Estreguil, C., Ostermann, O., Barredo, J., Pereira, H., Stott, A., Laporte, V., Meiner, A., Olah, B., Royo Gelabert, E., Spyropoulou, R., Petersen, J., Maguire, C., Zal, N., Achilleos, E., Rubin, A., Ledoux, L., Brown, C., Raes, C., Jacobs, S., Vandewalle, M., Connor, D., Bidoglio, G., 2013. Mapping and assessment of ecosystems and ecosystem assessments under Action 5 of the Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services An analytical framework for. Publications office of the European Union, Luxembourg. <https://doi.org/10.2779/12398>

- Martin-Ortega, J., Ojea, E., Roux, C., 2013. Payments for water ecosystem services in Latin America: A literature review and conceptual model. *Ecosyst. Serv.* 6, 122–132. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2013.09.008>
- Mass, J., 2012. El manejo sustentable de socioecosistemas, in: Juan Pablos Editor (Ed.), *Cambio Climático y Políticas de Desarrollo Sustentable*. México, pp. 267–290.
- MEA, 2005. *Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Washington, DC.
- Mokondoko, P., Manson, R.H., Ricketts, T.H., Geissert, D., 2018. Spatial analysis of ecosystem service relationships to improve targeting of payments for hydrological services. *PLoS One* 13, 1–27. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0192560>
- Montes-León, M.A.L., Uribe-Alcántara, E.M., García-Celis, E., 2011. Mapa nacional de erosión potencial. *Tecnol. y Ciencias del Agua* 2, 5–17.
- Nataren-Velazquez, J., Del Ángel Pérez, A. L., Megchún-García, J. V., Ramírez Herrera, E., & Meneses Márquez, I. (2020). Caracterización productiva del aguacate (*Persea americana* Mill.) en la zona de alta montaña Veracruz, México. *Rev. Iberoam. Bioecon. Cambio Clim.*, 6(12), 1406–1423. <https://doi.org/10.5377/RIBCC.V6I12.9941>
- NALCMS, 2015. *Land Cover 30m, 2015 (Landsat and RapidEye)*. Edition 2. North Am. L. Chang. Monit. Syst. . URL <http://www.cec.org/north-american-environmental-atlas/land-cover-30m-2015-landsat-and-rapideye/>.
- Ochoa-Tocachi, B.F., Cuadros-Adriazola, J., Arapa Guzman, E., Aste Cannock, N., Ochoa-Tocachi, E., Bonnesoeur, V., 2022. Guía de modelación hidrológica para la infraestructura natural. Lima Perú.
- Ortiz-Lozano, J. (2013). *Modificación en la provisión de los servicios ambientales por efecto del cambio en la heterogeneidad ambiental en la Cuenca del Río Jamapa, Veracruz, México* [Universidad Veracruzana]. <https://cdigital.uv.mx/server/api/core/bitstreams/511e78cd-e0c3-4188-abb2-b2aac4f22f89/content>
- Pandeya, B., Buytaert, W., Zulkafli, Z., Karpouzoglou, T., Mao, F., Hannah, D.M., 2016. A comparative analysis of ecosystem services valuation approaches for application at the local scale and in data scarce regions. *Ecosyst. Serv.* 22, 250–259. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.10.015>
- Peh, K., Balmford, A., Bradbury, R.B., Brown, C., Butchart, S.H.M., Hughes, F.M.R., Stattersfield, A.J., H.L.Thomas, D., Walpole, M., Bayliss, J., Gowing, D., Bayliss, J., Jones, J.P.G., Lewis, S., Mulligan, M., Pandeya, B., Stratford, C., Thompson, J.R., Turner, R.K., Vira, B., Willcock, S., Merrimen, J.C., 2013. TESSA: A toolkit for rapid assessment of ecosystem services. *Ecosyst. Serv.* 5, 51–55. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2013.06.003>
- Portilla-Ochoa, E. (2003). Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar: Sistema Lagunar Alvarado. <https://rsis.ramsar.org/RISapp/files/RISrep/MX1355RIS.pdf>
- R Core Team, 2024. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Found. Stat. Comput. Vienna, Austria
- RAN, 2023. Registro Agrario Nacional. Gob. México. URL <https://phina.ran.gob.mx/index.php..>
- RAN, 2021. Estadística con perspectiva de género [WWW Document]. Result. del Regist. Agrar. Nac. URL <http://www.ran.gob.mx/ran/index.php/sistemas-de-consulta/estadistica-agraria/estadistica-con-perspectiva-de-genero> (accessed 11.30.22).
- Raum, S., 2018. A framework for integrating systematic stakeholder analysis in ecosystem services research: Stakeholder mapping for forest ecosystem services in the UK. *Ecosyst. Serv.* 29, 170–184. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2018.01.001>
- Redhead, J.W., Stratford, C., Sharps, K., Jones, L., Ziv, G., Clarke, D., Oliver, T.H., Bullock, J.M., 2016. Empirical validation of the InVEST water yield ecosystem service model at a national scale. *Sci. Total Environ.* 569–570, 1418–1426. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.06.227>
- Reed, M.S., Vella, S., Challies, E., de Vente, J., Frewer, L., Hohenwallner-Ries, D., Huber, T., Neumann, R.K., Oughton, E.A., Sidoli del Ceno, J., van Delden, H., 2018. A theory of participation: what makes stakeholder and public engagement in environmental management work? *Restor. Ecol.* 26, S7–S17. <https://doi.org/10.1111/REC.12541>
- Renard, K.G., Agricultural Research Service, W., Foster, G.R., Weesies, G.A., McCool, D.K., Yoder, D.C., 1997. Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). <https://doi.org/10.3/JQUERY-UI.JS>
- Reyes-Retana, G., Pons, G., Siegmann, K., Afif, Z., Gomez-Garcia, M., Soto-Mota, P., Farill, C.E.C., 2023. Using Behavioral Science to Increase Women's Participation in Natural Resource Management in Mexico. Policy Research Working Papers. <https://doi.org/10.1596/1813-9450-10419>
- Rojas, A., 2021. Recomendaciones de las Ciencias del Comportamiento para el Diseño de programas de género transformadores.
- Ross, C., Prihodko, L., Anchang, J.Y., Kumar, S., Ji, W., Hanan, N.P., 2018. Global Hydrologic Soil Groups (HYSOGs250m) for Curve Number-Based Runoff Modeling. ORNL DAAC. <https://doi.org/10.3334/ORNLDAAC/1566>
- SADER (2019), Excel del PGN por municipio, Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 5 de octubre del 2019, no publicada.

- SADER, 2018. Padrón Ganadero Nacional. URL <https://www.gob.mx/agricultura/acciones-y-programas/inscripcion-al-padron-ganadero-nacional>
- SCITEL-INEGI, 2020. Sistema de Consulta de Integración Territorial, Entorno Urbano y Localidad. [WWW Document]. URL <https://www.inegi.org.mx/app/scitel/default?ev=7> (accessed 10.20.22).
- Seifert-Dähnn, I., Barkved, L.J., Interwies, E., 2015. Implementation of the ecosystem service concept in water management - Challenges and ways forward. *Sustain. Water Qual. Ecol.* <https://doi.org/10.1016/j.swaqe.2015.01.007>
- SEMARNAT-CONAFOR, 2023. Infraestructura de Datos Espaciales Forestales- IDEFOR [WWW Document]. Com. Nac. For. URL <https://idefor.cnf.gob.mx/>
- SEMARNAT-CONAGUA, 2018. Atlas del Agua en México.
- Sharp, R., Tallis, H.T., Ricketts, T., Guerry, A.D., Wood, S.A., Chaplin-Kramer, R., Nelson, E., Ennaanay, D., Wolny, S., Olwero, N., Vigerstol, K., Pennington, D., Mendoza, G., Aukema, J., Foster, J., Forrest, J., Cameron, D., Arkema, K., Lonsdorf, E., Kennedy, C., 2018. InVEST 3.6.0 User's Guide.
- SIAP. (2024). Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta. Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. URL <https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430>
- SMN, 2022. Normales Climatológicas por Estado [WWW Document]. Serv. Meteorológico Nac. URL <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/normales-climatologicas-por-estado> (accessed 10.17.22).
- SMN. (2025). Categorías de Sequía. <https://smn.conagua.gob.mx/es/categorias-de-sequia>
- Tarango, S. (2019). *Modelación Hidrológica de la cuenca del Río Jamapa, Estado de Veracruz* [Colegio de postgraduados]. http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/handle/10521/3708/Tarango_Pasillas_S_MC_Hidrociencias_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- TEEB, 2010. TEEB Foundations. *Econ. Ecosyst. Biodivers. Ecol. Econ. Found.* 1–422. <https://doi.org/10.1017/s1355770x11000088>
- Teixeira, H., Lillebo, A., Culhane, F., Robinson, L., Trauner, D., Borgwardt, F., 2019. Linking biodiversity to ecosystem services supply: Patterns across aquatic ecosystems. *Sci. Total Environ.* 657. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.440>
- Terrado, M., Acuña, V., Ennaanay, D., Tallis, H., Sabater, S., 2014. Impact of climate extremes on hydrological ecosystem services in a heavily humanized Mediterranean basin. *Ecol. Indic.* 37, 199–209. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.01.016>
- The World Bank Group, 2023. Climate Risk Country Profile: México. Washington, DC.
- UNIATMOS-UNAM, 2022. Cambios de temperatura y precipitación, horizonte medio 2041-2060. Repositorio. URL <https://ri.atmosfera.unam.mx/AR6/srv/eng/catalog.search#/metadata/0fdc6463-abdc-4608-8cd5-767bca0d1fed>.
- UNIATMOS-UNAM, 2020. Climatologías mensuales promedio de precipitación y temperatura con datos del Servicio Meteorológico Nacional [WWW Document]. Repos. Inst. Ciencias la Atmósfera y Cambio Climático. UNAM. URL <https://ri.atmosfera.unam.mx/AR6/srv/eng/catalog.search#/home> (accessed 10.17.22).
- Vigiak, O., Borselli, L., Newham, L.T.H., McInnes, J., Roberts, A.M., 2012. Comparison of conceptual landscape metrics to define hillslope-scale sediment delivery ratio. *Geomorphology* 138, 74–88. <https://doi.org/10.1016/J.GEOMORPH.2011.08.026>
- WMO, 2022. World Meteorological Organization [WWW Document]. Climate. URL <https://public.wmo.int/es/preguntas-frecuentes-clima> (accessed 12.9.22).
- Wu, Y., Zhang, X., Li, C., Xu, Y., Hao, F., Yin, G., 2021. Ecosystem service trade-offs and synergies under influence of climate and land cover change in an afforested semiarid basin, China. *Ecol. Eng.* 159, 106083. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2020.106083>
- Zhang, L., Hickel, K., Dawes, W.R., Chiew, F.H.S., Western, A.W., Briggs, P.R., 2004. A rational function approach for estimating mean annual evapotranspiration. *Water Resour. Res.* 40, 2502. <https://doi.org/10.1029/2003WR002710>

ANEXO 1

Valores de los indicadores utilizados para la construcción y análisis del ICSE y brecha de género para las cuencas de la cuenca Río Jamapa, Veracruz.

Tabla A1. Valores de indicadores utilizados para el cálculo de brecha de género, desagregados por sexo.

Clave	Municipio	Habla lengua indígena		Sin escolaridad		Inactividad económica		Trabajo no remunerado		Sin servicio de salud		Tenencia de la tierra	
		P3HLINHE_F	P3HLINHE_M	P15YM_SE_F	P15YM_SE_M	PE_INAC_F	PE_INAC_M	PTNR_M	PTNR_H	PSINDER_M	PSINDER_H	PPT_F	PPT_M
21045	Chalchicomula de Sesma	0.00	0.00	9.14	6.78	58.76	21.10	47.82	22.85	8.06	9.17	19.44	80.56
21050	Chichiquila	0.20	0.19	19.77	13.86	58.86	13.42	49.90	20.60	6.62	7.84	0.00	0.00
21058	Chilchotla	0.06	0.08	23.30	17.14	73.78	19.59	45.48	11.40	3.18	4.77	38.85	61.15
21179	Tlachichuca	0.00	0.00	10.59	8.34	61.47	18.02	46.36	18.57	4.04	4.71	16.55	83.45
30007	Camarón de Tejeda	0.00	0.00	8.55	6.89	67.10	17.48	43.12	15.97	6.22	7.67	10.22	89.78
30008	Alpatláhuac	0.00	0.00	17.64	17.45	60.67	15.80	45.86	17.45	13.30	14.59	7.03	92.97
30011	Alvarado	0.00	0.00	6.66	7.45	54.42	27.89	43.46	14.78	6.08	6.76	0.00	0.00
30014	Amatlán de los Reyes	0.02	0.01	6.48	5.58	58.86	24.96	46.62	20.16	9.63	10.13	30.33	69.67
30021	Atoyac	0.01	0.00	7.78	6.51	56.43	24.51	46.15	20.60	6.57	7.61	22.39	77.61
30028	Boca del Río	0.01	0.01	3.78	2.69	47.89	28.47	46.32	24.07	13.28	13.63	29.67	70.33
30029	Calchahuaco	0.00	0.00	22.36	19.46	81.08	25.26	46.72	23.29	7.83	9.13	6.43	93.57
30031	Carrillo Puerto	0.00	0.00	14.05	10.84	67.59	14.83	47.21	28.15	10.77	12.68	19.87	80.13
30043	Comapa	0.00	0.01	13.26	13.05	72.02	17.24	42.87	16.30	7.95	10.97	10.03	89.97
30044	Córdoba	0.03	0.03	5.07	3.57	46.46	23.83	45.96	20.83	13.17	13.67	20.00	80.00
30047	Coscomatepec	0.00	0.00	19.48	19.15	60.80	15.66	46.24	18.86	12.58	13.64	17.86	82.14
30049	Cotaxtla	0.02	0.00	10.23	8.17	57.92	16.62	45.26	17.00	9.19	10.95	15.63	84.37
30053	Cuitláhuac	0.01	0.00	8.61	7.82	54.87	22.78	43.11	15.73	9.08	9.47	19.13	80.88
30062	Chocamán	0.00	0.00	13.80	12.40	56.75	19.51	45.17	19.73	14.82	16.45	24.43	75.57
30068	Fortín	0.01	0.00	5.16	4.05	47.99	24.25	46.84	24.47	12.31	12.39	31.93	68.07
30071	Huatusco	0.01	0.00	9.76	7.60	49.40	16.65	47.10	25.17	11.47	12.06	18.14	81.86
30080	Ixhuatlán del Café	0.00	0.01	10.78	10.42	54.69	14.62	45.66	23.21	12.31	13.64	18.61	81.39
30090	Jamapa	0.00	0.00	7.10	6.66	57.72	23.53	45.19	17.29	11.31	13.64	21.12	78.88
30100	Manlio Fabio Altamirano	0.01	0.00	7.68	7.26	63.17	21.25	45.97	22.56	12.82	15.01	17.87	82.13
30105	Medellín de Bravo	0.00	0.00	4.51	3.56	46.40	20.54	46.73	28.27	11.55	12.31	30.47	69.53
30125	Paso del Macho	0.03	0.00	9.82	8.91	63.82	19.48	45.40	20.84	9.07	9.11	13.99	86.01
30146	Sochiapa	0.00	0.05	9.44	5.74	67.37	15.00	44.69	23.62	7.03	8.89	0.00	0.00

Clave	Municipio	Habla lengua indígena		Sin escolaridad		Inactividad económica		Trabajo no remunerado		Sin servicio de salud		Tenencia de la tierra	
		P3HLINHE_F	P3HLINHE_M	P15YM_SE_F	P15YM_SE_M	PE_INAC_F	PE_INAC_M	PTNR_M	PTNR_H	PSINDER_M	PSINDER_H	PPT_F	PPT_M
30148	Soledad de Doblado	0.00	0.00	8.07	6.72	61.62	21.13	46.87	23.95	11.03	13.14	13.59	86.41
30165	Tepatlatxco	0.00	0.00	11.15	9.64	55.11	12.02	44.11	23.82	4.81	7.70	16.87	83.13
30181	Tlalixcoyan	0.01	0.02	10.20	10.80	56.18	19.21	44.84	18.56	5.31	7.13	26.25	73.75
30186	Tomatlán	0.00	0.00	7.82	6.88	59.77	18.95	46.54	26.58	12.85	14.70	15.20	84.80
30193	Veracruz	0.01	0.01	3.66	2.63	48.06	25.13	46.57	25.18	12.35	12.74	22.18	77.82
30196	Yanga	0.02	0.11	7.23	6.79	59.09	23.17	45.73	16.45	11.23	11.92	33.76	66.24
30200	Zentla	0.00	0.00	7.11	6.88	73.20	14.92	44.34	21.37	7.52	10.89	14.64	85.36

Definición de los indicadores: Todos los indicadores están expresados en porcentaje (%). La terminación **_F** indica que el indicador es de población femenina, la terminación **_M** indica que es de población masculina. **P5_HLLNHE**-Población de 5 años o más que habla alguna lengua indígena y no habla español (INEGI, 2020) **P15YM_SE**-Población mayor de 15 años que no aprobó ningún grado escolar o solo tiene nivel preescolar (INEGI, 2020). **PE_INAC**- Población de más de 12 años de edad pensionadas o jubiladas; estudiantes; dedicadas a los quehaceres del hogar; incapacitadas permanentemente para trabajar; o que no trabajan (INEGI, 2020). **PTNR**- Población de 12 años y más que realiza trabajo no remunerado (INECC, 2015; INEGI, 2015). **PSINDER**- Población que no está afiliada a servicios médicos en ninguna institución pública o privada (INECC, 2015; INEGI, 2020, 2015). **PPT**: Porcentaje de personas ejidatarias desagregadas por sexo (INEGI, 2007).

Tabla A2. Valores de indicadores de etnicidad, educación, características económicas, servicios de salud, vivienda y tenencia de la tierra para el análisis del Índice de Caracterización Socioeconómica (ICSE).

Municipio	P5_HLLNHE	POB_AFRO	P15YM_SE	PE_INAC	PTNR	EST_PER_OCU	PSINDER	PRO_OCUP_C	VPH_PISOTI	VPH_S_ELEC	VPH_AGUAFV	VPH_LETR	VPH_NODREN	VPH_SNBLEN	PTT	Pobreza
Chalchicomula de Sesma	0	0.41	8.03	41.03	0.62	1	29.28	1.16	2.83	0.37	1.5	7.36	6.69	1.1	0.61	73.2
Chichiquila	0.2	5.7	16.9	36.74	0.85	0	19.21	1.48	19.47	1.01	11.64	35.73	30.07	6.39	NA	88.8
Chilchotla	0.08	4.57	20.27	46.88	0.97	0	13.23	1.4	5.39	0.99	1.34	18.7	11.77	4.19	0.22	92.2
Tlachichuca	0	0.43	9.5	40.43	0.79	0	17.54	1.26	4.21	0.78	1.04	9.4	7.18	1.87	0.67	82.0
Camarón de Tejeda	0	0.2	7.73	42.66	0.75	0	26.06	0.95	1.88	1.24	1.6	4.71	18.31	1.74	0.8	56.4
Alpatláhuac	0	0.29	17.55	39.27	0.82	0	35.6	1.09	6.06	2.42	10.06	39.68	26.64	5.87	0.86	82.6
Alvarado	0	4.87	7.04	41.51	0.83	0	17.06	0.8	1.74	0.39	3.45	0.63	1.92	1.04	NA	30.0
Amatlán de los Reyes	0.01	1.5	6.05	42.56	0.71	3	32.39	1	3.62	0.88	5.9	1.37	2	1.48	0.39	55.5
Atoyac	0	3.02	7.18	41.23	0.66	1	21.62	0.94	3.3	1.11	11.78	5.83	6.74	1.99	0.55	58.9
Boca del Río	0.01	5.16	3.27	38.89	0.44	17	26.18	0.79	0.61	0.07	0.33	0.07	0.11	0.27	0.41	35.1
Calchualco	0	0.77	20.93	53.53	0.52	0	17.49	1.29	11.33	1.12	3.34	42.57	30.6	4.74	0.87	92.7
Carrillo Puerto	0	2.52	12.48	41.62	0.24	0	33.25	1.08	6.1	1.51	3.22	0.46	14.35	1.87	0.6	75.2
Comapa	0.01	1.12	13.16	44.46	0.72	0	27.81	1.02	4.2	2.16	13.34	3.49	12.03	3.7	0.8	88.3
Córdoba	0.03	2.62	4.38	36.04	0.63	14	32.73	0.93	2.56	0.48	3.16	1.51	0.56	0.9	0.6	47.4

Municipio	P5_HLI_NHE	POB_AFRO	P15YM_SE	PE_INAC	PTNR	EST_PER_OCU	PSINDER	PRO_OCUP_C	VPH_PISOTI	VPH_S_ELEC	VPH_AGUAFV	VPH_LETR	VPH_NODREN	VPH_SNBIEN	PTT	Pobreza
Coscomatepec	0	3.7	19.32	39.21	0.77	0	33.88	1.23	6.81	1.34	3.72	15.45	10.7	4.96	0.64	89.1
Cotaxtla	0.01	1.3	9.23	37.67	0.81	0	33.07	1.02	3.19	1	1.26	0.29	7.34	1.57	0.69	52.4
Cuitláhuac	0	15.61	8.24	39.77	0.77	1	36.97	0.95	1.93	0.5	4.06	0.36	1.99	0.91	0.62	54.6
Chocamán	0	0.86	13.11	38.49	0.65	0	38.17	1.17	7.25	1.66	3.54	7.89	3.58	4.05	0.51	78.3
Fortín	0	1.64	4.65	37	0.45	0	30.65	0.87	2.93	0.53	2.42	0.6	1.11	0.88	0.36	50.9
Huatusco	0	1.13	8.75	34.02	0.42	1	44.04	1.04	5.16	1.06	3.06	5.19	3.47	1.97	0.64	68.3
Ixhuatlán del Café	0	1.18	10.61	34.89	0.45	0	33.08	1.06	6.97	1.41	8.1	16.62	10.51	3.15	0.63	85.7
Jamapa	0	2.8	6.89	41.15	0.79	0	38.99	0.97	3.37	0.93	5.62	0.35	2.42	0.99	0.58	55.2
Manlio Fabio Altamirano	0	0.71	7.48	42.74	0.52	0	34.43	0.97	2.73	0.71	0.8	1.02	2.92	1.76	0.64	56.1
Medellín de Bravo	0	2.72	4.06	34.14	0.21	0	30.55	0.92	1.6	0.41	2.77	0.17	1.13	0.57	0.39	39.8
Paso del Macho	0.01	3.44	9.37	42.26	0.6	1	28.43	1	1.17	1.37	8.88	1.57	6.61	1.9	0.72	57.2
Sochiapa	0.03	2.14	7.62	41.7	0.36	0	32.64	1.08	2.13	1.54	0.6	1.11	2.22	1.54	NA	76.5
Soledad de Doblado	0	3.12	7.41	41.78	0.48	0	33.7	1	2.01	0.78	1.02	1.68	3.93	1.82	0.73	67.707
Tepatlxaco	0	1.1	10.38	33.27	0.31	0	25.05	1.07	8.66	2.85	45.6	20.88	19.06	5.2	0.66	76.6106
Tlaxiaco	0.01	2.93	10.48	38.38	0.7	0	31.12	0.96	2.48	1.07	7.27	0.63	3.99	1.85	0.48	52.6169
Tlaxiaco	0	8.27	7.37	39.98	0.29	0	34.13	0.93	2.87	1.26	1.42	3.89	3.56	2.31	0.7	66.2325
Tomatlán	0.01	4.34	3.18	37.35	0.38	58	28.07	0.89	1.19	0.14	0.45	0.21	0.54	0.38	0.56	40.9897
Veracruz	0.07	32.65	7.02	42.33	0.85	0	29.76	0.84	2.01	1.01	6.78	0.33	2.49	1.94	0.33	51.6737
Yanga	0	0.31	7	44.01	0.49	0	40.16	0.89	2.96	1.26	1.64	0.78	3.79	1.48	0.71	63.601
Zentla																

Definición de los indicadores (Porcentaje %): **P5_HLI_NHE**- Población que habla alguna lengua indígena (INEGI, 2020). **POB_AFRO**- Población que se considera afroamericana o afrodescendiente (INEGI, 2020). **P15YM_SE**- Población mayor de 15 años que no aprobó ningún grado escolar o solo tiene nivel preescolar (INEGI, 2020). **PE_INAC**- Población de más de 12 años de edad pensionadas o jubiladas; estudiantes; dedicadas a los quehaceres del hogar; incapacitadas permanentemente para trabajar; o que no trabajan (INEGI, 2020). **PTNR**- Población de 12 años y más que realiza trabajo no remunerado (INECC, 2015; INEGI, 2015). **EST_PER_OCU**: Número de unidades económicas (UE) con más de 250 personas empleadas (INEGI, 2022). **PSINDER**- Población que no está afiliada a servicios médicos en ninguna institución pública o privada (INECC, 2015; INEGI, 2020, 2015). **PRO_OCUP_C**- Ocupación de viviendas particulares (INEGI, 2020). **VPH_PISOTI**- Viviendas con piso de tierra (INEGI, 2020). **VPH_S_ELEC**- Viviendas sin energía eléctrica (INEGI, 2020). **VPH_AGUAFV**- Viviendas sin agua entubada (INEGI, 2020). **VPH_LETR**- Viviendas con letrina (pozo u hoyo) (INEGI, 2020). **VPH_NODREN**-Viviendas sin drenaje (INEGI, 2020). **VPH_SNBIEN**- Viviendas sin bienes materiales (INEGI, 2020). **Pobreza**- Población en situación de pobreza (CONEVAL, 2021).

Tabla A3. Valores de ponderación municipal para la interpretación del ICSE y brecha de género a nivel de subcuenca.

ID	Subcuenca	Área (ha)	Municipio	Área municipal dentro de la cuenca (ha)	Proporción Municipio	ICSE Municipio	Proporción-ICSE	ICSE (Jamapa)	Brecha Municipio	Proporción-Brecha	Brecha (Jamapa)
1	BOCA DEL RIO	6127.37	Alvarado	5250.24	0.86	0.50	0.43	0.44	0.25	0.22	0.22
			Boca del Río	482.05	0.08	0.00	0.00		0.00		
			Medellín de Bravo	178.77	0.03	0.25	0.01		0.00		
2	LOMA BONITA	6643.67	Alvarado	6024.76	0.91	0.50	0.46	0.48	0.25	0.23	0.25
			Medellín de Bravo	198.47	0.03	0.25	0.01		0.00	0.00	
			Tlalixcoyan	319.66	0.05	0.25	0.01		0.50	0.03	
3	EL TEJAR	31360.79	Alvarado	7899.58	0.25	0.50	0.13	0.28	0.25	0.06	0.10
			Boca del Río	1467.04	0.05	0.00	0.00		0.00	0.00	
			Jamapa	2510.79	0.08	0.25	0.02		0.50	0.04	
			Medellín de Bravo	16514.50	0.53	0.25	0.13		0.00	0.00	
			Tlalixcoyan	68.63	0.00	0.25	0.00		0.50	0.00	
			Veracruz	2945.52	0.09	0.00	0.00		0.00	0.00	
4	LOS ROBLES	20039.76	Cotaxtla	219.06	0.01	0.25	0.00	0.25	0.50	0.01	0.13
			Jamapa	5025.92	0.25	0.25	0.06		0.50	0.13	
			Medellín de Bravo	14822.30	0.74	0.25	0.19		0.00	0.00	
5	SOLEDAD DE DOBLADO	12967.90	Camarón de Tejeda	1276.30	0.10	0.75	0.08	0.30	0.75	0.08	0.52
			Jamapa	322.39	0.02	0.25	0.01		0.50	0.01	
			Manlio Fabio Altamirano	7077.77	0.55	0.25	0.14		0.50	0.28	
			Medellín de Bravo	1531.16	0.12	0.25	0.03		0.00	0.00	
			Soledad de Doblado	2745.09	0.21	0.25	0.05		0.75	0.16	
			Veracruz	29.74	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	
6	LA MATAMBA (HIGUERA DE LAS RAICES)	9682.98	Jamapa	2586.75	0.27	0.25	0.07	0.25	0.50	0.14	0.64
			Manlio Fabio Altamirano	1998.64	0.21	0.25	0.05		0.50	0.11	
			Soledad de Doblado	5108.48	0.53	0.25	0.13		0.75	0.40	
7	EL ZACATAL	20949.04	Camarón de Tejeda	1549.51	0.07	0.75	0.05	0.29	0.75	0.05	0.59
			Cotaxtla	5114.13	0.24	0.25	0.06		0.50	0.12	
			Jamapa	2634.62	0.13	0.25	0.03		0.50	0.07	
			Manlio Fabio Altamirano	111.85	0.01	0.25	0.00		0.50	0.01	

ID	Subcuenca	Área (ha)	Municipio	Área municipal dentro de la cuenca (ha)	Proporción Municipio	ICSE Municipio	Proporción-ICSE	ICSE (Jamapa)	Brecha Municipio	Proporción-Brecha	Brecha (Jamapa)
8	LA CAPILLA	8255.20	Medellín de Bravo	111.63	0.01	0.25	0.00	0.25	0.00	0.00	0.46
			Paso del Macho	5825.17	0.28	0.25	0.07		0.50	0.14	
			Soledad de Doblado	5622.64	0.27	0.25	0.07		0.75	0.20	
			Cotaxtla	7401.46	0.90	0.25	0.23		0.45		
			Jamapa	149.01	0.02	0.25	0.01		0.50	0.01	
Medellín de Bravo	715.18	0.09	0.25	0.02	0.00	0.00					
9	RINCON DE BARRABAS	6111.78	Camarón de Tejeda	2795.45	0.46	0.75	0.35	0.48	0.75	0.35	0.75
			Paso del Macho	28.47	0.00	0.25	0.00		0.50	0.00	
			Soledad de Doblado	3293.50	0.54	0.25	0.14		0.75	0.41	
10	LA MESTIZA	5981.40	Camarón de Tejeda	1816.76	0.30	0.75	0.23	0.40	0.75	0.23	0.69
			Paso del Macho	1278.94	0.21	0.25	0.05		0.50	0.11	
			Soledad de Doblado	2890.84	0.48	0.25	0.12		0.75	0.36	
11	MATA TEJON	19403.78	Camarón de Tejeda	16.93	0.00	0.75	0.00	0.25	0.75	0.00	0.50
			Cotaxtla	14522.10	0.75	0.25	0.19		0.50	0.38	
			Paso del Macho	4883.86	0.25	0.25	0.06		0.50	0.13	
12	LA TINAJA	16304.71	Cotaxtla	16237.60	1.00	0.25	0.25	0.26	0.50	0.50	0.50
			Cuitláhuac	84.54	0.01	0.50	0.01		0.25	0.00	
13	EL JOBO (JOBO VIEJO)	7092.19	Camarón de Tejeda	393.17	0.06	0.75	0.05	0.38	0.75	0.05	0.76
			Comapa	2688.34	0.38	0.50	0.19		0.75	0.29	
			Soledad de Doblado	3299.75	0.47	0.25	0.12		0.75	0.35	
			Zentla	716.66	0.10	0.25	0.03		0.75	0.08	
14	EJIDO EL JOBO (JOBO NUEVO)	5939.77	Comapa	2899.62	0.49	0.50	0.25	0.37	0.75	0.37	0.75
			Soledad de Doblado	493.88	0.08	0.25	0.02		0.75	0.06	
			Zentla	2550.45	0.43	0.25	0.11		0.75	0.32	
15	CAMARON DE TEJEDA	9592.99	Camarón de Tejeda	4568.85	0.48	0.75	0.36	0.49	0.75	0.36	0.71
			Paso del Macho	1579.03	0.16	0.25	0.04		0.50	0.08	
			Soledad de Doblado	0.01	0.00	0.25	0.00		0.75	0.00	
			Zentla	3452.09	0.36	0.25	0.09		0.75	0.27	
16	TAMARINDO	23117.42	Carrillo Puerto	12555.20	0.54	0.50	0.27	0.38	0.75	0.41	0.64
			Cotaxtla	481.20	0.02	0.25	0.01		0.50	0.01	

ID	Subcuenca	Área (ha)	Municipio	Área municipal dentro de la cuenca (ha)	Proporción Municipio	ICSE Municipio	Proporción-ICSE	ICSE (Jamapa)	Brecha Municipio	Proporción-Brecha	Brecha (Jamapa)
			Cuitláhuac	1.56	0.00	0.50	0.00		0.25	0.00	
			Paso del Macho	10097.40	0.44	0.25	0.11		0.50	0.22	
17	CERRO ALTO	4524.55	Carrillo Puerto	3063.29	0.68	0.50	0.34	0.44	0.75	0.51	0.66
			Cotaxtla	1245.50	0.28	0.25	0.07		0.50	0.14	
			Cuitláhuac	219.96	0.05	0.50	0.03		0.25	0.01	
18	BOCA DEL MONTE	8979.96	Comapa	6491.31	0.72	0.50	0.36	0.42	0.75	0.54	0.62
			Huatusco	1069.81	0.12	0.25	0.03		0.25	0.03	
			Sochiapa	1012.04	0.11	0.25	0.03		0.50	0.06	
			Zentla	0.71	0.00	0.25	0.00		0.75	0.00	
19	CHAVAXTLA	10338.56	Comapa	1.17	0.00	0.50	0.00	0.23	0.75	0.00	0.46
			Huatusco	4577.29	0.44	0.25	0.11		0.25	0.11	
			Sochiapa	622.18	0.06	0.25	0.02		0.50	0.03	
			Zentla	4446.94	0.43	0.25	0.11		0.75	0.32	
20	TEPATLAXCO	8275.76	Huatusco	784.67	0.09	0.25	0.02	0.25	0.25	0.02	0.68
			Paso del Macho	614.92	0.07	0.25	0.02		0.50	0.04	
			Tepatlaxco	421.97	0.05	0.25	0.01		0.75	0.04	
			Zentla	6458.70	0.78	0.25	0.20		0.75	0.59	
21	PASO DEL MACHO	4318.04	Paso del Macho	4320.70	1.00	0.25	0.25	0.25	0.50	0.50	0.50
22	SAN JOSE Balsa CAMARON (LA COLMENA)	7391.83	Carrillo Puerto	373.85	0.05	0.50	0.03	0.26	0.75	0.04	0.51
			Cuitláhuac	93.70	0.01	0.50	0.01		0.25	0.00	
			Paso del Macho	6929.11	0.94	0.25	0.24		0.50	0.47	
23	LOMA ANGOSTA	16452.64	Carrillo Puerto	8993.86	0.55	0.50	0.28	0.50	0.75	0.41	0.52
			Cuitláhuac	6776.09	0.41	0.50	0.21		0.25	0.10	
			Yanga	694.70	0.04	0.50	0.02		0.25	0.01	
24	LA PALMA	5343.97	Atoyac	251.78	0.05	0.50	0.03	0.28	0.25	0.01	0.66
			Ixhualán del Café	270.78	0.05	0.50	0.03		0.75	0.04	
			Paso del Macho	1442.94	0.27	0.25	0.07		0.50	0.14	
			Tepatlaxco	3381.09	0.63	0.25	0.16		0.75	0.47	
25	SAN JOSE TENEJAPA	4839.62	Atoyac	3162.33	0.65	0.50	0.33	0.42	0.25	0.16	0.40
			Ixhualán del Café	172.79	0.04	0.50	0.02		0.75	0.03	

ID	Subcuenca	Área (ha)	Municipio	Área municipal dentro de la cuenca (ha)	Proporción Municipio	ICSE Municipio	Proporción-ICSE	ICSE (Jamapa)	Brecha Municipio	Proporción-Brecha	Brecha (Jamapa)
26	CUITLAHUAC	5412.76	Paso del Macho	607.37	0.13	0.25	0.03	0.39	0.50	0.07	0.36
			Tepatlaxco	899.56	0.19	0.25	0.05		0.75	0.14	
			Atoyac	1370.55	0.25	0.50	0.13		0.25	0.06	
			Cuitláhuac	1618.62	0.30	0.50	0.15		0.25	0.08	
			Paso del Macho	2426.91	0.45	0.25	0.11		0.50	0.23	
27	GENERAL MIGUEL ALEMAN (POTRERO NUEVO)	14843.44	Amatlán de los Reyes	5294.19	0.36	0.25	0.09	0.34	0.25	0.09	0.27
			Atoyac	5488.18	0.37	0.50	0.19		0.25	0.09	
			Córdoba	2149.21	0.14	0.00	0.00		0.00	0.00	
			Ixhuatlán del Café	1651.75	0.11	0.50	0.06		0.75	0.08	
			Paso del Macho	57.02	0.00	0.25	0.00		0.50	0.00	
			Yanga	210.08	0.01	0.50	0.01		0.25	0.00	
28	SAN RAFAEL RIO SECO	7625.34	Amatlán de los Reyes	527.02	0.07	0.25	0.02	0.44	0.25	0.02	0.23
			Atoyac	2017.96	0.26	0.50	0.13		0.25	0.07	
			Córdoba	616.34	0.08	0.00	0.00		0.00	0.00	
			Cuitláhuac	452.28	0.06	0.50	0.03		0.25	0.02	
			Yanga	4015.79	0.53	0.50	0.27		0.25	0.13	
29	HUATUSCO DE CHICUELLAR	14211.27	Chichiquila	1141.60	0.08	0.75	0.06	0.31	NA	NA	0.25
			Calchualco	17.54	0.00	0.75	0.00		0.75	0.00	
			Coscomatepec	619.83	0.04	0.75	0.03		0.50	0.02	
			Ixhuatlán del Café	103.16	0.01	0.50	0.01		0.75	0.01	
			Huatusco	12141.80	0.85	0.25	0.21		0.25	0.21	
			Tepatlaxco	0.52	0.00	0.25	0.00		0.75	0.00	
			Zentla	190.69	0.01	0.25	0.00		0.75	0.01	
30	IXCATLA	4709.99	Ixhuatlán del Café	2446.98	0.52	0.50	0.26	0.38	0.75	0.39	0.65
			Huatusco	959.22	0.20	0.25	0.05		0.25	0.05	
			Tepatlaxco	1305.67	0.28	0.25	0.07		0.75	0.21	
31	OCOTITLAN	5096.60	Córdoba	1552.16	0.30	0.00	0.00	0.34	0.00	0.00	0.52
			Ixhuatlán del Café	3533.15	0.69	0.50	0.35		0.75	0.52	
			Tepatlaxco	13.27	0.00	0.25	0.00		0.75	0.00	
32	CORDOBA	14144.34	Amatlán de los Reyes	49.45	0.00	0.25	0.00	0.20	0.25	0.00	0.13

ID	Subcuenca	Área (ha)	Municipio	Área municipal dentro de la cuenca (ha)	Proporción Municipio	ICSE Municipio	Proporción-ICSE	ICSE (Jamapa)	Brecha Municipio	Proporción-Brecha	Brecha (Jamapa)
			Córdoba	8471.10	0.60	0.00	0.00		0.00	0.00	
			Coscomatepec	4.64	0.00	0.75	0.00		0.50	0.00	
			Chocamán	2634.96	0.19	0.75	0.14		0.50	0.10	
			Ixhuatlán del Café	102.49	0.01	0.50	0.01		0.75	0.01	
			Fortín	2178.82	0.15	0.25	0.04		0.00	0.00	
			Tomatlán	707.48	0.05	0.25	0.01		0.50	0.03	
33	IXHUATLAN DEL CAFE	24454.80	Chilchotla	3.52	0.00	0.75	0.00	0.62	0.50	0.00	0.64
			Chichiquila	171.59	0.01	0.75	0.01	NA	NA		
			Tlachichuca	5091.44	0.21	0.50	0.11		0.50	0.11	
			Alpatláhuac	1267.93	0.05	0.50	0.03		0.50	0.03	
			Calchualco	11130.10	0.46	0.75	0.35		0.75	0.35	
			Córdoba	0.47	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	
			Coscomatepec	1540.51	0.06	0.75	0.05		0.50	0.03	
			Ixhuatlán del Café	4508.75	0.18	0.50	0.09		0.75	0.14	
			Huatusco	16.22	0.00	0.25	0.00		0.25	0.00	
			Tomatlán	320.85	0.01	0.25	0.00		0.50	0.01	
34	COSCOMATEPEC DE BRAVO	10311.45	Alpatláhuac	5188.81	0.50	0.50	0.25	0.58	0.50	0.25	0.50
			Coscomatepec	4306.68	0.42	0.75	0.32		0.50	0.21	
			Ixhuatlán del Café	154.01	0.01	0.50	0.01		0.75	0.01	
			Tomatlán	663.99	0.06	0.25	0.02		0.50	0.03	
35	XOCOTLA	11035.88	Chalchicomula de Sesma	0.30	0.00	0.25	0.00	0.69	0.25	0.00	0.53
			Tlachichuca	55.25	0.01	0.50	0.01		0.50	0.01	
			Alpatláhuac	632.31	0.06	0.50	0.03		0.50	0.03	
			Calchualco	2234.29	0.20	0.75	0.15		0.75	0.15	
			Coscomatepec	6658.00	0.60	0.75	0.45		0.50	0.30	
			Chocamán	818.75	0.07	0.75	0.05		0.50	0.04	
			Tomatlán	185.96	0.02	0.25	0.01		0.50	0.01	

Proporción-ICSE y brecha municipal: Resultado de la relación entre la proporción y el ICSE o brecha de género a nivel municipal.

ANEXO 2

Resumen de parámetros para cada uno de los modelos InVEST Cuenca del Río Jamapa

Los parámetros biofísicos y las diferentes fuentes de información requeridas por cada uno de los módulos se resumen en la Tabla A2. Descripciones más detalladas de cada uno de los modelos se pueden consultar en el manual de usuario de la herramienta InVEST (Sharp et al., 2018) y publicaciones complementarias (Hamel et al., 2020; Hamel and Guswa, 2015; Redhead et al., 2016; Terrado et al., 2014; Wu et al., 2021).

Tabla A2. Parámetros biofísicos requeridos para cada uno de los modelos InVEST utilizados en los PAMIC.

Datos	Rendimiento hídrico anual	Rendimiento hídrico estacional	Pérdida potencial del suelo	Transporte potencial de nutrientes (N y P)	Fuente
Delimitación de cuencas y subcuencas	◆	◆	◆	◆	INEGI-INE-CONAGUA, (2007); INEGI, (2010). Delimitación de subcuencas con base en FIRCO-UAQ, (2005) y análisis de la red de flujo superficial (<i>Quick flow, Seasonal water yield</i>).
Uso de suelo y vegetación	◆	◆	◆	◆	Clasificación con base en la comparación de INEGI, (2017), NALCMS, (2015); INEGI-CONAFOR-CONABIO-SEMARNAT, (2018); SIAP (2024); Imágenes satelitales (Normalized Difference Vegetation Index-NDVI), y resultados de los talleres de mapeo participativo.
Modelo de Elevación Digital (DEM)		◆	◆	◆	Continuo de Elevaciones Mexicano (CEM 3.0. INEGI, 2013) (30 m)
Promedio de precipitación anual/mensual (1981-2010)	◆	◆			Climatologías mensuales promedio con datos del SMN (UNIATMOS-UNAM, 2020) (926 m)
Promedio de evapotranspiración anual/mensual (1981-2010)	◆	◆			Ecuación modificada de Hargreaves (Droogers and Allen, 2002). (UNIATMOS-UNAM, 2020), FAO, (2006).
Fracción de agua disponible para las plantas	◆				SoilGrids250m: Global gridded soil information based on machine learning. Soil water capacity (volumetric fraction). (ISRIC, 2017).
Profundidad de restricción para el crecimiento de las raíces	◆				SoilGrids250m: Absolute depth to bedrock. Global gridded soil information based on machine learning (ISRIC, 2017).
Grupo hidrológico de suelo		◆			Global Hydrologic Soil Groups (HYSOGs250m) for Curve Number-Based Runoff Modeling (Ross et al., 2018)
Tabla de eventos de lluvia (Zonificación climática)		◆			Normales climatológicas de estaciones ubicadas en las cuencas (SMN, 2022)
Erodabilidad del suelo (Factor K)			◆		Conjunto de datos vectoriales edafológicos, Escala 1:250000 Serie II. (Continuo Nacional, INEGI, 2013).
Erosividad pluvial (Factor R)			◆		Precipitación Media Mensual (1980-2010)-PMA y ecuación regional de erosividad (Montes-León et al., 2011).
Flujo superficial				◆	InVEST- Flujo rápido (<i>Quick flow, Seasonal water yield</i>)

ANEXO 3

Catálogo de proyectos

Tabla A3. Descripción general de proyectos que contribuyen con los objetivos y alcances del PAMIC. CON = Conservación, RES = Restauración, APP = Adecuación de prácticas productivas¹.

Institución o Fuente	Nombre del programa o proyecto	Descripción del programa o política	Municipios (localidades)	Objetivos o metas	Tipo de inversión	CON	RES	APP
Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Rural y Pesca (SEDARPA) (2019-2024)	PFGSICV. Programa de Fomento a la Ganadería Sustentable con Integración de Cadenas de Valor	Capacitación Técnica, Fomento, Equipamiento e Insumos para el Desarrollo de Sistemas Silvopastoriles, Traspatio y Actividad Apícola.	No especificado	Objetivo del Programa: Promover el desarrollo de las productoras y productores pecuarios a través de la implementación de sistemas silvopastoriles, la asistencia técnica, así como el apoyo con la entrega de equipo, herramientas e insumos pecuarios para mejorar y hacer más eficientes las unidades de producción pecuaria.	Estatal			◆
		Fomento a la producción Pecuaria del Ejercicio 2024						
Secretaría del Medio Ambiente del estado de Veracruz (SEDEMA) 2024	PFA. Programa para el Fomento Ambiental 2024	Proyectos medio ambientales enfocados a la conservación de la biodiversidad, restauración de los ecosistemas y ejecución de prácticas sustentables. Instalación de viveros para producción de especies forestales y frutales nativos.	Atoyac Huatusco	Objetivo del Programa: Incentivar la participación de los ayuntamientos que conforman el Estado de Veracruz, instituciones educativas, personas físicas a través de financiamientos, con la finalidad de promover la preservación, conservación y restauración del medio ambiente, mediante actividades que favorezcan el desarrollo rural y la ejecución de prácticas sustentables.	Estatal	◆	◆	◆
Secretaría de Bienestar 2024	PSV. Programa Sembrando Vida, para el ejercicio fiscal 2024	Proyectos medio ambientales enfocados a la conservación de la biodiversidad, restauración de los ecosistemas y ejecución de prácticas sustentables	No especificado	Objetivo del Programa: Incentivar la participación de los ayuntamientos que conforman el Estado de Veracruz, Instituciones educativas, personas físicas a través de financiamientos, con la finalidad de promover la preservación, conservación y restauración del medio ambiente, mediante actividades que favorezcan el desarrollo rural y la ejecución de prácticas sustentables.	Federal	◆	◆	◆
Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, (SADER) (2023-2024)	PPB. Programa Producción para el Bienestar, ejercicio fiscal 2024.	Apoyos directos a productores para productor de café, cacao, miel y leche de pequeña o de mediana escala.	No especificado	La Secretaría podrá brindar capacitación y/o acompañamiento técnico-organizativo, para facilitar la adopción de prácticas agroecológicas y sustentables para la paulatina transición productiva e incrementar los rendimientos en predios y unidades de producción de productores, principalmente de maíz, frijol, café, caña de azúcar, cacao, miel o leche, así como para fortalecer la instrumentación de servicios de vinculación productiva; y con la implementación de este programa se espera que productores pecuarios incremente la productividad de sus Unidades Económicas Pecuarias de manera sostenible.	Federal			◆
	P FAGPA. Programa de Fomento a la Agricultura, Ganadería, Pesca y Acuicultura 2024.	Operación del Componente Fomento a la Agricultura. Subcomponente Suelo, Agua y Biodiversidad. Reducción de la huella hídrica. Este subcomponente está orientado a impulsar las bases para la transformación de una agricultura sostenible, su adaptación al cambio climático a través de la recuperación y	No especificado		Federal		◆	◆

Institución o Fuente	Nombre del programa o proyecto	Descripción del programa o política	Municipios (localidades)	Objetivos o metas	Tipo de inversión	CON	RES	APP
		protección de suelos y agua de uso agrícola, así como, la conservación y uso de la biodiversidad.						
		Componente Fomento a la Ganadería. Apoyo directo para mejorar sus condiciones de bienestar y coadyuvar con la autosuficiencia alimentaria. Apoyos directos para la adquisición de material genético, infraestructura, equipo, paquetes tecnológicos y recursos zoogenéticos.	No especificado		Federal			◆
		Componente Desarrollo Territorial: Subcomponente Innovación Tecnológica para el Desarrollo Territorial. Proyectos y servicios de investigación, desarrollo tecnológico, desarrollo de capacidades y/o transferencia de tecnología orientados a productores. Subcomponente orientado a impulsar el cambio tecnológico para incrementar la productividad de forma sostenible a través de la generación, transferencia de tecnología y el desarrollo de sus capacidades.	No especificado		Federal			◆
	PPGPAB. Programa de Precios de Garantía a Productos Alimentarios Básicos (2023-2024).	Apoyo para adquirir leche a partir de un Precio de garantía definido por la unidad responsable	No especificado	El objetivo general del programa es complementar el ingreso de los pequeños y medianos productores agropecuarios de granos básicos (arroz, frijol, maíz y trigo) y leche, a través de la implementación de precios de garantía.	Federal			◆
Secretaría de Medio Ambiente Y Recursos Naturales y Comisión Nacional Forestal (SEMARNAT-CONAFOR) 2024	PCA. Programa de Compensación Ambiental 2024.	Convocatoria Especifica Manglar del Programa de Compensación Ambiental 2024	Alvarado	Establecer los mecanismos operativos del Programa de Compensación Ambiental por Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales, los procedimientos operativos y los mecanismos de seguimiento, evaluación, supervisión y transparencia, para lograr la compensación de los efectos negativos causados en los ecosistemas forestales por los cambios de uso de suelo en terrenos forestales, debidamente autorizados por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, mediante su restauración y protección así como contribuir con ello a tomar medidas para la prevención, adaptación y mitigación al cambio climático en los ecosistemas forestales.	Federal	◆	◆	

Institución o Fuente	Nombre del programa o proyecto	Descripción del programa o política	Municipios (localidades)	Objetivos o metas	Tipo de inversión	CON	RES	APP
	PADFS. Programa Desarrollo Forestal Sustentable para el Bienestar 2024.	Plantaciones Forestales Comerciales y Sistemas Agroforestales para el Bienestar Componente II Mantenimiento de Plantaciones. Apoyos para incentivar el manejo forestal sostenible y la cadena de valor Forestales Comerciales	Medellín de Bravo Cotaxtla.	Apoyar a las personas propietarias y poseedoras legítimas de terrenos de aptitud preferentemente forestal y temporalmente forestal al establecimiento y desarrollo de PFC competitivas y sustentables, así como de Sistemas Agroforestales, para promover la diversificación productiva del uso del suelo y contribuir a incrementar la producción forestal del país.	Federal	◆	◆	◆
Comisión Nacional de Áreas naturales Protegidas (CONANP) 2023	PROCODES Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible	“Proyectos medio ambientales enfocados a la conservación de la biodiversidad, restauración de los ecosistemas y ejecución de prácticas sustentables”	Alvarado La Perla	Promover que las mujeres y los hombres que habitan las Áreas Naturales Protegidas y sus zonas de influencia aprovechen los recursos naturales y la biodiversidad de forma sustentable. De manera específica: Impulsar el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad y los recursos naturales a través del desarrollo de actividades productivas sustentables.	Federal	◆	◆	◆
Fonde Verde para el Clima, a través del Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, A.C. (FMCN), y del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) (GCF-FMCN-INECC) (2021-2026)	RÍOS Articulación Territorial AC	SINERGIA para la restauración de la cuenca alta del Río Jamapa en el Parque Nacional Pico de Orizaba Reforestación de bosque de pino en el PNPO. Alianzas y cofinanciamiento público y privado.	Calchualco Tlachichuca Parque Nacional Pico de Orizaba	Contribuir a la restauración de la cuenca alta del Río Jamapa mediante acciones de reforestación en el Parque Nacional Pico de Orizaba y la gestión de procesos participativos para la adopción de prácticas climáticamente inteligentes que promuevan cambios en las rutinas de vida y trabajo de la población involucrada para la adaptación al cambio climático.	Privada	◆	◆	
	RÍOS Campesinos Unidos por el Progreso de los Pueblos AC	Incrementar y preservar la educación, autogestión y cultura ambiental como forma de vida aplicada a los productores con sistemas cafetaleros y ganaderos para que promuevan un entorno con interconexión y adaptación permanente al cambio climático. Producción de planta de café y árboles nativos para diversificación de cafetales. Desarrollo de capacidades productivas y para la transformación del café.	Comapa	Incrementar y preservar la educación, autogestión y cultura ambiental como forma de vida aplicada a los productores con sistemas cafetaleros y ganaderos para que promuevan un entorno con interconexión y adaptación permanente al cambio climático	Privada		◆	◆
	RÍOS Centro de Estudios Geográficos, Biológicos y Comunitarios SC (Geobicom)	Educación ambiental, restauración ecológica, y permacultura en la subcuenca del Río Seco del municipio de Córdoba Talleres de permacultura y educación ambiental en comunidades de Córdoba	Córdoba	Promover la adaptación al cambio climático de la subcuenca del río Seco en su área correspondiente al municipio de Córdoba, fortaleciendo su preservación, conservación y manejo, dentro de marcos teóricos y de acción participativa comunitaria, de educación ambiental, restauración ecológica, monitoreo comunitario, agroecología, ecoturismo y permacultura.	Privada	◆	◆	
	RÍOS Conecta Tierra AC	Gestión integral e intersectorial para la conservación de ríos y manantiales en la cuenca alta del Río Jamapa.	Huatusco	Diseñar e implementar un plan de acción participativo e intersectorial, para la gestión sustentable de la subcuenca que comprende los Ríos Citlalapa y Aguacapa, en la cuenca alta del Río	Privada		◆	◆

Institución o Fuente	Nombre del programa o proyecto	Descripción del programa o política	Municipios (localidades)	Objetivos o metas	Tipo de inversión	CON	RES	APP
		Conformación de una APC. Gestiones con el ayuntamiento para impactar en políticas públicas. Módulos demostrativos de agroforestería, ganadería sustentable y ecotecnias.		Jamapa, mediante acciones para la conservación, restauración, manejo agroforestal y el fortalecimiento de la gobernanza.				
	RÍOS Gente Sustentable A.C.	Estrategia de transición hacia prácticas productivas con soluciones basadas en la naturaleza para la restauración de servicios ambientales hídricos en la Cuenca baja del río Jamapa. Siembra y mantenimiento de planta para reforestar. Capacitaciones en ganadería sustentable, mejores prácticas agrícolas, establecimiento de milpa intercalada con árboles frutales, restauración riparia y monitoreo comunitario.	Jamapa Manlio Fabio Altamirano Medellín de Bravo	Promover soluciones basadas en la naturaleza, para contribuir con la restauración de los servicios ambientales hídricos en la cuenca baja del río Jamapa.	Privada		◆	◆
	RÍOS Grupo Logístico Fil&Tran S.A. de C.V.	Restauración de la Ribera norte de la Laguna Grande de Mandinga, en áreas del Ejido Herón Proal para su adaptación a las condiciones actuales del cambio climático. Talleres en el ejido Herón Proal sobre la problemática del manglar en la Laguna de Mandinga.	Alvarado	Ejecutar un plan de manejo sustentable de la ribera norte de la Laguna Grande de Mandinga en áreas del Ejido Heron Proal que posibilite la sustentabilidad y mitigar los efectos del cambio climático	Privada		◆	◆
	RÍOS Ecotur Amatlán de los Reyes SC de RL de CV	Ecotour Agencia para el desarrollo rural y la conservación de la biodiversidad. Gestión de dos UMA en proceso de registro. Talleres sobre biodiversidad en escuelas. Establecimiento de huertos de traspatio y ecotecnias.	Amatlán de los Reyes Atoyac	Promover el desarrollo sustentable en las comunidades del territorio de la cuenca alta del Río Atoyac, por medio de asesoría, capacitación y acompañamiento de actividades compatibles con la conservación de la naturaleza y cambio climático		◆	◆	
	RÍOS Espacios Naturales y Desarrollo Sustentable A.C. (ENDESU)	Transición a la ganadería regenerativa en Ixhuacán de los Reyes, Veracruz. Planificación de predios ganaderos, arborización de potreros e instalación de cercos eléctricos. Intercambio de experiencias en ganadería	Cotaxtla	Desarrollar una ganadería regenerativa en los predios ganaderos del municipio de Cotaxtla para apoyar la restauración de servicios ecosistémicos en la cuenca el Jamapa.				◆
	RÍOS Lomas del Porvenir SPR de RL	Acciones de reordenamiento y prevención del impacto del cambio climático en cafetales del agroecosistema policultivo tradicional de la cuenca del río Jamapa en el municipio de Zentla, Veracruz. Renovación de planta de café, diversificación de cafetales con árboles frutales y manejo de sombra.	Huatusco Zentla	Promover la sustentabilidad económica, ambiental, social y productiva de la cafecultura con el aprovechamiento de recursos locales para el diseño de acciones de reordenación, prevención y adaptación al impacto de cambio climático en cafetales del sistema de producción policultivo tradicional en la cuenca Jamapa del municipio de Zentla, Veracruz.			◆	◆

Institución o Fuente	Nombre del programa o proyecto	Descripción del programa o política	Municipios (localidades)	Objetivos o metas	Tipo de inversión	CON	RES	APP
	RÍOS Manejo Integral de Cuencas SA de CV (MICAS)	“Estrategias para mantener la funcionalidad ecológica de la subcuenca de los ríos Citlalapa, Aguacapa y Seco, municipio de Huatusco, en la cuenca del río Jamapa, como alternativa de mitigación al Cambio Climático” Capacitaciones en ganadería sustentable, sistemas de captación de agua de lluvia y huertos familiares. Gestión de área de protección de bosque mesófilo	Huatusco	Implementación de estrategias para mantener la funcionalidad ecológica de la subcuenca de los ríos Citlalapa, Aguacapa y Seco, en la parte alta de la cuenca del río Jamapa, para la mitigación el Cambio Climático.			◆	◆
Banco Mundial, a través del Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, A.C. (FMCN), y del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) (BM-FMCN-INECC) 2023 a 2025	CONECTA² (Alere & Abuntia SC de RL	Agroecología cafetalera, implementando prácticas para la conservación ecosistémica, del suelo, el manejo del carbono y la viabilidad socioeconómica del cultivo.	Chocamán Córdoba Ixhuacán del café Tepatlxaco	Implementar protocolos de manejo agroecológico, técnico y científicamente asistido, en sinergia con la experiencia campesina y productiva en sistemas forestales cafetaleros, que se transformen en experiencias regionales exitosas y sostenidas en el largo plazo, en materia productiva, de conservación ecosistémica y con estrategias complementarias de certificación, mercado y financiamiento para dar viabilidad socioeconómica y cultural al proyecto.	Privada		◆	◆
	CONECTA² Agroecología y Ecoturismo Las Cañadas SC de RL de CV	Fortalecimiento del centro de formación y capacitación en Huatusco, Veracruz, con la mejora e implementación de sistemas de agroforestería, ganadería regenerativa y la ampliación de áreas de conservación privada en la región	Huatusco	Reactivación y renovación de cafetal de sombra, Ganadería regenerativa (Silvopastoreo Voisin), área privada de conservación, monitoreo	Privada		◆	◆
	CONECTA² Fundación Cuenca Sana Agua Limpia AC	Producción de biofertilizante orgánico y biogás mediante biodigestores en las zonas ganaderas de la cuenca Jamapa, en el estado de Veracruz	Carrillo Puerto Coscomatepec	Establecimiento de módulos demostrativos de biodigestores Capacitación para instalación, operación y mantenimiento de biodigestores	Privada			◆
	CONECTA² Pronatura Veracruz AC.	Incrementando la resiliencia socio-ecológica de los agroecosistemas cafetaleros de la zona alta-media de la cuenta del río Jamapa	Huatusco Coscomatepec Córdoba Zentla	Producción de árboles nativos, promoción de APCs, enriquecimiento de cafetales	Privada		◆	◆
	CONECTA² PLAT CAFECOL	Café Cooperativo, una cooperativa cafetalera de calidad, trazabilidad y transparencia	Huatusco Ixhuacán del café Tepatlxaco	Mejorar las capacidades de manejo y organizativas de GP (OSSE) agroforestales cafetaleros para desarrollar e implementar una Estrategia de Negocio para la Producción Sostenible (ENPS) bajo un enfoque de economía social y contribuir en la implementación de la Estrategia de Participación del Sector Privado (EPSP) de CONECTA.	Privada			◆

Institución o Fuente	Nombre del programa o proyecto	Descripción del programa o política	Municipios (localidades)	Objetivos o metas	Tipo de inversión	CON	RES	APP
Programa Hídrico Regional 2021-2024 (Región Hidrológica Administrativa X Golfo Centro). Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).	REHA-DTT Rehabilitación del DTT 007 Centro de Veracruz	Rehabilitación del Distrito de Temporal Tecnificado 007 Centro de Veracruz, Estado de Veracruz	Soledad de Doblado, Manlio Fabio Altamirano, Jamapa, Veracruz, Medellín, Alvarado y Cotaxtla	Aprovechar eficientemente el agua para contribuir al desarrollo sostenible de los sectores productivos	Federal		◆	◆
	PTAR-COR Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Córdoba, en el municipio de Córdoba, Veracruz	Construcción de un sistema para el saneamiento de Córdoba (colectores y PTAR) con capacidad total de tratamiento de 350 l/s	Córdoba	Garantizar progresivamente los derechos humanos al agua y al saneamiento, especialmente en la población más vulnerable	Federal		◆	◆
	BOMBEO Reubicación de estación de bombeo de drenaje combinado PB1 en la ciudad y puerto de Veracruz	Reubicación de estación de bombeo de drenaje combinado PB1	Veracruz		Federal		◆	◆
	PTAR-RS Ampliación de la capacidad de tratamiento de la PTAR Río Seco en la ciudad de Córdoba	Ampliar la capacidad de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Río Seco en Córdoba, Veracruz	Córdoba		Federal		◆	◆
	DIAG Elaboración del diagnóstico al sistema de abastecimiento del Sistema Acueducto Uxpanapa La Cangrejera	Estudio de diagnóstico de la infraestructura existente del Sistema Acueducto Uxpanapa La Cangrejera	Veracruz		Federal		◆	◆
	CENTRO Rehabilitación y Ampliación del Centro Regional para Atención de Emergencias, Organismo de Cuenca Golfo Centro, Veracruz, Municipio de Boca del Río, Ver.	Rehabilitación y Ampliación del Centro Regional para Atención de Emergencias, Organismo de Cuenca Golfo Centro, Veracruz, Municipio de Boca del Río, Ver.	Boca del Río		Federal		◆	◆

Institución o Fuente	Nombre del programa o proyecto	Descripción del programa o política	Municipios (localidades)	Objetivos o metas	Tipo de inversión	CON	RES	APP
	EEPR Elaboración de estudios de preinversión para la Reubicación de Estación de bombeo drenaje combinado PB1, en la ciudad y puerto de Veracruz, Ver.	Analizar la zona de influencia, la problemática, causas y efectos, estimar los costos de inversión, operación y mantenimiento, beneficios y costos sociales para definir la rentabilidad, nivel del estudio prefactibilidad, generando certidumbre en la rentabilidad social del proyecto.	Veracruz		Federal		◆	◆
	PROAGUA Proagua Rural 2021	Elaboración de proyecto ejecutivo para la construcción de sistema de captación de agua de lluvia con tanque de almacenamiento y saneamiento a base de biodigestores para tres localidades	Comapa		Federal		◆	◆
	BORDOS Elaborar un manual para la construcción de bordos en drenes naturales	Se realizará un estudio para identificar áreas donde existen drenes naturales y bordos y a la vez comunidades con escasez de agua y en donde se puedan crear reservorios para almacenar el agua necesaria para el consumo en estas comunidades.	Huatusco, Tlaltetela, Totutla, Sochiapa, Zentla, Camarón, Soledad de Doblado, Paso del Macho, Tepatlaxco, Córdoba, Amatlán de los Reyes, Ixhuatlán del Café, Cotaxtla, Jamapa.	Aprovechar eficientemente el agua para contribuir al desarrollo sostenible de los sectores productivos	Federal		◆	◆
	COSECHA Programa piloto de cosecha de agua de lluvia en 15 Cabeceras municipales de la cuenca alta del río La Antigua en Veracruz y la cuenca alta del río La Antigua en Puebla.	Construcción de sistemas de cosecha de agua de lluvia (SCALL) en edificios públicos anualmente. n programa de sensibilización y capacitación, y una campaña de comunicación para sensibilizar y promover entre autoridades y población sobre la viabilidad de la cosecha de agua de lluvia	Quimixtlán	Abatir el rezago en el acceso al agua potable y al saneamiento para elevar el bienestar en los medios rural y periurbano	Federal		◆	◆
	LAGUNAS Rescate de la salud del sistema de lagunas interdunarias	Recuperar las condiciones de salud de los humedales, evitar la degradación, incrementar la resiliencia a las inundaciones de la zona conurbada, alimentar los manos freáticas, para el control de inundaciones y filtración/	Veracruz, Boca del Río, Manlio Fabio Altamirano	Fortalecer medidas de prevención de daños frente a fenómenos hidrometeorológicos y de adaptación al cambio climático, para reducir vulnerabilidad	Federal		◆	◆

Institución o Fuente	Nombre del programa o proyecto	Descripción del programa o política	Municipios (localidades)	Objetivos o metas	Tipo de inversión	CON	RES	APP
	entre la ciudad de Veracruz y Boca del Río hasta la Antigua.	depuración del agua, se requieren establecer estrategias de manejo, conservación y restauración, que permitan mantener los servicios ambientales que ofrecen los humedales.						
	RESI Incrementar resiliencia de zonas conurbadas de la cd. de Veracruz y Boca del Río y evitar inundaciones en zonas urbanas y rurales.	Incrementar la resiliencia de las zonas conurbadas y evitar las inundaciones de estas ciudades, a través de acciones y gastos de infraestructura como la delimitación de las áreas federales, Inversiones en la construcción de taludes y banquetas, el establecimiento de trampas para retener arena, dragado, corrección de canales naturales que conectan a los humedales de la zona, y la evaluación de las descargas de aguas residuales.	Veracruz, Boca del Río, Manlio Fabio Altamirano	Fortalecer medidas de prevención de daños frente a fenómenos hidrometeorológicos y de adaptación al cambio climático, para reducir vulnerabilidad	Federal	◆	◆	◆

¹El objetivo de este ANEXO es recopilar la información general de los proyectos y programas que contribuyen con los alcances del PAMIC. La información más detallada o específica se deberá consultar directamente de las fuentes de información o desde los portales institucionales.

² La **convocatoria** para la implementación de subproyectos y PLAT del proyecto CONECTA están dirigidos a comunidades locales, ejidos, pequeños propietarios y Grupo de Productores (GP) agrupados por una organización local legalmente constituida, con las capacidades para recibir, administrar y aplicar recursos de acuerdo con la ley, pudiendo ser asociaciones civiles (AC), sociedades de solidaridad social (SSS), sociedades de producción rural de responsabilidad limitada (SPR de RL), sociedades civiles, instituciones académicas, Juntas Intermunicipales, entre otras.

ANEXO 4

Recomendaciones para transversalización de la perspectiva de género en iniciativas de restauración, conservación y adecuación de prácticas productivas.

En este apartado se presentan algunos lineamientos generales y ejemplos de medidas para incorporar la perspectiva de género en cada una de las etapas de proyectos o iniciativas de restauración, conservación y adecuación de prácticas ganaderas y agroforestales.

El objetivo es asegurar la participación activa de mujeres y hombres de forma transversal para incorporar sus perspectivas, conocimientos y necesidades, ya sea como personas beneficiarias o como parte de equipos técnicos, en donde también es recomendable incluir personas especialistas en género y salvaguardas sociales.

1. Diagnóstico y definición del problema

- Considerar el índice de brechas de género u otras desigualdades identificadas en el PAMIC para priorizar las áreas geográficas o problemas de atención.
- Realizar un análisis de género para comprender cómo los roles, necesidades y relaciones de género pueden influir en los resultados ambientales deseados. Considera cómo hombres y mujeres utilizan los recursos y se ven afectados de manera diferencial por las problemáticas ambientales.

2. Diseño y planificación

- Simplificar procesos de aplicación y asegurar que los requisitos para participar y beneficiarse de las iniciativas no reproduzcan la desigualdad de género. Por ejemplo, evitar solicitar la titularidad de la tierra como condición de participación o financiamiento.
- Contemplar acciones afirmativas¹, como convocatorias o apoyos dirigidos exclusivamente a mujeres o a grupos conformados por al menos 40% de mujeres; cuotas de participación; microcréditos; capacitaciones en temas tradicionalmente masculinizados, como el manejo del fuego; capacitaciones y apoyos productivos orientadas a la autonomía económica de las mujeres mediante la diversificación productiva y acceso a mercados de productos sustentables; y apoyos para el trabajo doméstico y de cuidados. Para más detalle y ejemplos, pueden revisarse las acciones afirmativas en el marco del Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible (PROCOCODES, SEMARNAT-CONANP, 2022) y el Programa para la Protección y Restauración de Ecosistemas y Especies Prioritarias (PROREST, SEMARNAT-CONANP, 2023).

3. Implementación

- Establecer mecanismos justos de distribución del trabajo y los beneficios, como conocimientos, recursos productivos y oportunidades económicas.

¹ Medidas de carácter temporal para corregir, compensar o promover que buscan catalizar la igualdad sustantiva entre mujeres y hombres (DOF, 2006)

- Incorporar medidas asociadas a las ciencias del comportamiento para favorecer y fortalecer la participación de mujeres, como mencionar explícitamente a las mujeres productoras y la importancia de su trabajo en convocatorias, enviar recordatorios de actividades, utilizar ejemplos de mujeres como modelos de comportamiento a seguir, fomentar grupos de ayuda y ahorro liderados por mujeres (Reyes-Retana et al., 2023; Rojas, 2021).
- Implementar tecnologías que reduzcan la carga de trabajo no remunerado de las mujeres y favorezcan un aprovechamiento eficiente y sustentable de los recursos naturales, como cocinas ahorradoras de leña, paneles solares, sistemas de captación de agua de lluvia y de riego eficiente.

4. Monitoreo y Evaluación

- Utilizar indicadores de género para analizar los resultados e impacto de las iniciativas en hombres y mujeres. De base, esto implica desagregar por género todos los indicadores con referencia directa a personas (p.ej. número de personas beneficiadas; número de personas que reducen el tiempo destinado a una actividad determinada). Además, pueden incorporarse indicadores de procesos, como porcentaje de actividades participativas con al menos una medida para promover y fortalecer la participación de mujeres.

Para más alternativas y orientación de cómo incorporar la PdG en este tipo de iniciativas, pueden consultarse los siguientes recursos:

Generales

- o PNUMA, 2022. Grupo Regional de Trabajo sobre Género y Medio Ambiente. Lista de chequeo para la integración de género y medio ambiente en iniciativas ambientales. Disponible en: https://drive.google.com/file/d/1kbKU_bk7sXNwGKLIKckzDrTrCs3C6M-8/view.
- o Eggerts E., 2019. Lista de Verificación para Talleres Sensibles a las Cuestiones de Género. Programa ONU-REDD. Disponible en: <https://www.unredd.net/documents/global-programme-191/gender-and-womens-empowerment-in-redd-1044/global-gender-resources/17257-lista-de-verificacion-para-talleres-sensibles-a-las-cuestiones-de-genero.html>

Producción sostenible

- o IUCN, 2020. Género y producción sostenible: Abordar las brechas de género y las desigualdades sociales para mejorar las cadenas de suministro agrícolas. Gland, Suiza. Disponible en: <https://portals.iucn.org/union/sites/union/files/doc/iucn-srjs-briefs-spanish-gender-sustainable-production-landscape.pdf>.
- o FAO, 2020. Desarrollo de cadenas de valor sensibles al género: Directrices para profesionales. Roma, Italia. 116 p. Disponible en: <https://www.fao.org/documents/card/es/c/i9212es/>
- o Beaujon Marin A, Kuriakose AT, 2017. Puntos de partida para incorporar la perspectiva de género en el diseño y la ejecución de proyectos de gestión forestal sostenible. Climate Investment Funds. Disponible en: https://www.climateinvestmentfunds.org/sites/cif_enc/files/knowledge_documents/gender_and_forest_spa_folder_pdf_2019001656spaspa001_final.pdf
- o Eggerts E, 2017. Informe Metodológico de ONU-REDD sobre Género. PNUD. Serie de recursos técnicos del programa ONU-REDD. Reporte No. 4. Disponible en: <https://www.un->

[redd.org/sites/default/files/2021-09/Methodology%20Brief%20Report%20EN-ES%20-%20V6_LoRes_Web.pdf](https://www.redd.org/sites/default/files/2021-09/Methodology%20Brief%20Report%20EN-ES%20-%20V6_LoRes_Web.pdf)

- FONNOR, 2022. Plan de Acción de Género y Juventudes. Proyecto Carne Libre de Deforestación en sistemas de libre pastoreo: un modelo de producción y comercialización en Jalisco. Guadalajara, Jalisco. Disponible en: <https://www.fonnor.org/wp-content/uploads/2022/11/PAGYJ-Resumen-ejecutivo.pdf>

Restauración y conservación

- UICN, 2018. Directrices para una restauración con perspectiva de género: Un análisis más profundo del género en la Metodología de Evaluación de Oportunidades de Restauración. Gland: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. p. 25. Disponible en: <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2017-009-Es.pdf>

Iniciativas climáticas

- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, PNUD, 2020. Guía para la integración de enfoque de género en proyectos, programas, planes y políticas para la gestión del cambio climático del sector agropecuario. Bogotá: Colombia. Disponible en: https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/GUIA-AGROPECUARIO_sv.pdf

ANEXO 5

Registro fotográfico Créditos: FMCN y FGM



Primer taller para la elaboración participativa del PAMIC de la cuenca Río Jamapa (Huatusco, Veracruz, 09 de mayo de 2024).



Segundo taller participativo para la elaboración del PAMIC en el Hotel Villa Las Margaritas (Xalapa, Veracruz, 29 de agosto de 2024).



Entrevistas en campo dirigidas a grupos focales o actores locales que llevan a cabo actividades agrícolas y pecuarias en la cuenca Río Jamapa, Veracruz (09 al 12 de septiembre de 2024).

El **Fondo para el Medio Ambiente Mundial** (GEF, por sus siglas en inglés) es una familia multilateral de fondos dedicada a enfrentar la pérdida de biodiversidad, el cambio climático y la contaminación, y busca apoyar la salud de la tierra y los océanos. Su financiamiento permite que los países en desarrollo aborden desafíos complejos y trabajen hacia el cumplimiento de los objetivos ambientales internacionales. La asociación incluye a 186 gobiernos miembros, así como a la sociedad civil, pueblos indígenas, mujeres y jóvenes, con un enfoque en la integración y la inclusividad. Durante las últimas tres décadas, el GEF ha proporcionado más de 25 mil millones de dólares en financiamiento y ha movilizado 145 mil millones de dólares para proyectos prioritarios impulsados por los países. La familia de fondos incluye el Fondo Fiduciario del GEF, el Fondo del Marco Global para la Biodiversidad (GBFF, por sus siglas en inglés), el Fondo para los Países Menos Adelantados (LDCF, por sus siglas en inglés), el Fondo Especial para el Cambio Climático (SCCF, por sus siglas en inglés), el Fondo para la Implementación del Protocolo de Nagoya (NPIF, por sus siglas en inglés) y la Iniciativa de Creación de Capacidades para la Transparencia (CBIT).

El **Fondo Verde para el Clima** (GCF, por sus siglas en inglés) es el fondo climático más grande del mundo. Su mandato es fomentar un cambio de paradigma hacia vías de desarrollo resilientes al clima y de bajas emisiones en los países en desarrollo. El GCF cuenta con una cartera de proyectos y programas en más de 100 países. También tiene un programa de apoyo para la preparación, destinado a desarrollar capacidades y ayudar a los países a elaborar planes a largo plazo para combatir el cambio climático. El GCF es una entidad operativa del mecanismo financiero de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y apoya el Acuerdo de París de 2015, cuyo objetivo es mantener el aumento de la temperatura global por debajo de los dos grados Celsius.



Medio Ambiente
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales



INECC
INSTITUTO NACIONAL
DE ECOLOGÍA Y
CAMBIO CLIMÁTICO



Implementado por



BANCO MUNDIAL
BIRF • AIF

En colaboración con



**FONDO MEXICANO
PARA LA CONSERVACIÓN
DE LA NATURALEZA, A.C.**
FMCN INSTITUCIÓN PRIVADA

