



**Universidad Michoacana de
San Nicolás de Hidalgo**

Facultad de Biología

**Percepción espacial de las
comunidades locales sobre los
servicios ecosistémicos y la
biodiversidad**

TESIS

Que como requisito parcial para obtener el título
profesional de

Biólogo

Presenta

Arturo Alcazar Villalobos

Asesora de tesis: Dra. Kátia Fernanda Rito Pereira

Co-asesora de tesis: Dra. Alejandra Aline Pingarroni

Martín del Campo

Morelia, Michoacán

Junio de 2025



Dedicatoria

A mis padres, Arturo Alcazar Moreno y Herlinda Villalobos López.
Gracias por su amor incondicional, por educarnos con valores y formar con tanto
empeño a mis hermanas y a mí.

Cada paso que hoy doy en esta maravillosa carrera es fruto de su esfuerzo
incansable, de su cansancio silencioso, de sus regaños que guiaron y de su apoyo
que siempre sostuvo.

Gracias por darme las raíces que me sostienen y las alas que me impulsan.
Esta tesis no solo es mía, también es suya.

Agradecimientos

Agradezco infinitamente a mi familia. A mis padres, Arturo y Herlinda, y a mis hermanas, Alicia y Verónica. Gracias por su amor constante, por su presencia incondicional y por su apoyo en cada etapa de mi vida. La unidad de nuestra familia es un refugio y una fuerza que no tiene medida.

A mis amigos, quienes ocupan un lugar muy especial en mi corazón y que me acompañaron en diferentes momentos de este proceso de aprendizaje. En especial, agradezco profundamente haber compartido esta experiencia con mi querida amiga Brenda. Gracias por tantas enseñanzas, por tu apoyo durante el trabajo de campo, por tu paciencia infinita, por compartir risas, locuras y aventuras. Gracias por ayudarme a crecer como persona y estar presente de manera tan generosa durante este camino. Te quiero demasiado; deseo que la vida nos siga regalando más momentos juntos.

A José Texta y Andrea Ponce, por abrirme las puertas de su casa durante tanto tiempo, por integrarme en su familia y, sobre todo, por compartir su vasto conocimiento conmigo. Gracias por ayudarme a ver la vida con nuevos ojos y por expandir mis horizontes. Este trabajo también es suyo. A William y Ulises, dos jóvenes cuya entrega al trabajo, a su comunidad y a Guacamayas Calentanas me inspira profundamente. Gracias por confiar en mí y por compartir parte de su conocimiento, que valoro enormemente.

A mi asesora, la Dra. Kátia Rito, gracias por acompañarme y formarme a lo largo de este proceso. Cada uno de sus comentarios enriqueció mi conocimiento, y su paciencia y calidez fueron fundamentales para concluir este trabajo. A la Comunidad de Aprendizaje en SocioEcosistemas de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala UNAM y a mi co-asesora, la Dra. Aline Pingarroni, le agradezco por sus valiosas enseñanzas, por brindarme herramientas que han fortalecido no solo mi formación académica, sino también mi crecimiento personal. Cada palabra suya dejó huella en mí y en este proyecto.

Al Dr. Arnulfo Blanco García, responsable del Laboratorio de Ecología de la Restauración de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, por confiar en mí para la ejecución de este trabajo y por su apoyo académico.

A la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, gracias por brindarme la oportunidad de formarme académicamente y por proporcionarme las herramientas necesarias para la elaboración de esta tesis y para mi vida profesional. También agradezco a la Facultad de Biología por el respaldo logístico esencial para el desarrollo de esta investigación.

A Guacamayas Calentanas A.C., organización a la que admiro profundamente por su labor incansable, comprometida y resiliente en favor de las comunidades y de la biodiversidad. Me honra haber aprendido de ustedes. Sus conocimientos

trascienden fronteras, movilizan conciencias y enseñan lo que no se aprende en la escuela. Gracias, de corazón, a cada una y cada uno de sus integrantes, por tanto.

A las autoridades y habitantes de los ejidos Potrero de Corpus, Ojo de Agua de Poturo, Poturo, Juntas de Poturo y Santa Rosa. Gracias por permitirme desarrollar este trabajo en sus ejidos, por su confianza y por compartir su conocimiento. En mi corazón llevo muy bonitos recuerdos de esta bella región, de su naturaleza, cultura, tradiciones y forma de ver y vivir la vida.

A los miembros del comité revisor: Dr. Arnulfo Blanco García, Dr. Javier Salgado Ortiz y Dra. Isela Edith Zermeño Hernández. Su tiempo, sus comentarios y sus valiosas aportaciones fortalecieron no solo este trabajo, sino también mi formación académica.

Agradezco el financiamiento otorgado por la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA), a través del proyecto “Estrategias de restauración ambiental para incrementar la resiliencia en territorios rurales de alta marginación y prioritarios para la biodiversidad”. También agradezco a la Coordinación de la Investigación Científica de la UMSNH, mediante la convocatoria 2024, por su apoyo financiero, así como a la Consultoría Integral en Gestión Ambiental y Sustentabilidad por su aportación parcial al financiamiento del proyecto.

Finalmente, a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), por el apoyo brindado para la devolución de resultados, a través del Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT), con el proyecto “Beneficios de la naturaleza en los bosques tropicales transformados: vinculando el mantenimiento de los servicios ecosistémicos, la conservación de la biodiversidad y las estrategias de manejo” (número de expediente A206325).

Contenido

Resumen	11
Abstract.....	13
1. Introducción.....	14
2. Antecedentes.....	16
2.1 Sistemas socioecológicos.....	16
2.2 Servicios Ecosistémicos.....	18
2.3 Factores de cambio y la provisión de los Servicios Ecosistémicos.....	22
2.4 Servicios ecosistémicos en bosques tropicales secos.....	24
2.5 Valoración de Servicios ecosistémicos y Biodiversidad.....	25
2.6 Mapeo participativo y la identificación de los Servicios Ecosistémicos..	26
3. Pregunta de investigación	29
3.1 Pregunta general.....	29
3.2 Preguntas particulares.....	29
4. Objetivos.....	30
4.1 Objetivo general.....	30
4.2 Objetivos particulares	30
5. Métodos	31
5.1 Sitios de estudio.....	31
5.2 Clima.....	34
5.3 Suelos.....	34
5.4 Vegetación.....	34
5.5 Fauna.....	35
5.6 Enfoque metodológico	38
5.6.1 Diseño de materiales.....	40
5.6.2 Entrevistas.....	40
5.7 Análisis de los datos	44
5.7.1 Mapas de los patrones espaciales de la percepción de los servicios ecosistémicos y la biodiversidad.....	44
5.7.2 Identificación de paquetes de SE y la biodiversidad.....	44
5.7.3 Análisis de las razones de importancia asociadas a las áreas más relevantes para cada servicio ecosistémico y la biodiversidad.....	45
6. Resultados	46

6.1 Características socioeconómicas de los entrevistados de la Microcuenca Poturo.....	46
6.2 Patrones espaciales percibidos de los servicios ecosistémicos y de la biodiversidad más valorados en cada ejido.....	48
6.3 Paquetes de servicios ecosistémicos y biodiversidad por ejido	50
6.3.1 Ejido de Potrero de Corpus.....	50
6.3.2 Ejido de Ojo de Agua de Poturo.....	52
6.3.3 Ejido de Poturo.....	54
6.3.4 Ejido de Juntas de Poturo.....	56
6.3.5 Ejido de Santa Rosa.....	58
6.4 Razones de importancia otorgadas a las áreas más valoradas para los servicios ecosistémicos y la biodiversidad en la Microcuenca Poturo	60
6.4.1 Panorama de las razones de importancia por categoría de SE y la biodiversidad en la Microcuenca Poturo	60
7. Discusión.....	64
8. Conclusiones.....	69
9. Bibliografía.....	72
Anexos.....	88

Lista de cuadros

Cuadro 1. Descripción de las cuatro clasificaciones de SE (EEM, 2005).....	19
Cuadro 2. Servicios Ecosistémicos (SE) identificados en la Microcuenca Poturo (Medina-Calderón, 2025) y su clasificación según las categorías del CICES (2013).....	42
Cuadro 3. Clasificación y ejemplos de razones asociadas a las áreas más importantes para cada servicio ecosistémico y la biodiversidad.....	62

Lista de figuras

- Figura 1.** Ubicación de la región de estudio y los cinco ejidos de trabajo. A) Michoacán, México; B) Municipio de Churumuco y Ejidos de a) Potrero de Corpus, b) Ojo de Agua de Poturo, c) Poturo, d) Juntas de Poturo y e) Santa Rosa. (INEGI, 2010; CIGA-UNAM, 2016).....33
- Figura 2.** Diagrama metodológico y de análisis estadístico de los objetivos propuestos. Abreviaturas: SE= servicios ecosistémicos.....39
- Figura 3.** Frecuencia (n) de los tipos de ocupación de los entrevistados de los cinco ejidos de la Microcuenca Poturo, Michoacán, México.....47
- Figura 4.** Ejemplos de los patrones espaciales percibidos de los servicios ecosistémicos (SE) y de la biodiversidad más valorados para cada ejido: 4a) Biodiversidad en Potrero de Corpus, 4b) SE provisión de animales silvestres en Ojo de Agua, 4c) SE agrícola de forraje en Poturo y 4d) SE de regulación de agua en Santa Rosa y 4e) SE cultural de patrimonio en Juntas de Poturo.....49
- Figura 5.** Resultados de paquetes de servicios ecosistémicos (SE) del ejido Potrero de Corpus. El mapa ilustra los paquetes de SE y biodiversidad (5a). Los diagramas de rosa de los vientos (5 b, c y d) ilustran los paquetes de SE y biodiversidad resultantes del análisis de conglomerados a escala ejidal. Cada barra corresponde al valor de importancia de los servicios ecosistémicos y biodiversidad encontrados dentro de cada paquete.....51
- Figura 6.** Resultados de paquetes de servicios ecosistémicos (SE) del ejido Ojo de Agua. El mapa ilustra los paquetes de SE y biodiversidad (6a). Los diagramas de rosa de los vientos (6 b y c) ilustran los paquetes de SE y biodiversidad resultantes del análisis de conglomerados a escala ejidal. Cada barra corresponde al valor de importancia de los servicios ecosistémicos y biodiversidad encontrados dentro de cada paquete.....53

- Figura 7.** Resultados de paquetes de servicios ecosistémicos (SE) del ejido Poturo. El mapa ilustra los paquetes de SE y biodiversidad (7a). Los diagramas de rosa de los vientos (7 b, c y d) ilustran los paquetes de SE y biodiversidad resultantes del análisis de conglomerados a escala ejidal. Cada barra corresponde al valor de importancia de los servicios ecosistémicos y biodiversidad encontrados dentro de cada paquete.....55
- Figura 8.** Resultados de paquetes de servicios ecosistémicos (SE) del ejido Juntas de Poturo. El mapa ilustra los paquetes de SE y biodiversidad (8a). Los diagramas de rosa de los vientos (8 b y c) ilustran los paquetes de SE y biodiversidad resultantes del análisis de conglomerados a escala ejidal. Cada barra corresponde al valor de importancia de los servicios ecosistémicos y biodiversidad encontrados dentro de cada paquete.....57
- Figura 9.** Resultados de paquetes de servicios ecosistémicos (SE) del ejido Santa Rosa. El mapa ilustra los paquetes de SE y biodiversidad (9a). Los diagramas de rosa de los vientos (9 b y c) ilustran los paquetes de SE y biodiversidad resultantes del análisis de conglomerados a escala ejidal. Cada barra corresponde al valor de importancia de los servicios ecosistémicos y biodiversidad encontrados dentro de cada paquete.....59
- Figura 10.** Frecuencia de las razones asociadas al área con mayor valor de importancia para cada servicio ecosistémico (SE) y la biodiversidad. Los SE se presentan agrupados en cuatro categorías (Provisión-agrícola, Provisión, Regulación y Cultural). Los colores representan las razones de importancia.....63

Resumen

Conocer las percepciones espaciales que las comunidades locales tienen sobre los servicios ecosistémicos (SE) y la biodiversidad que se encuentran en su territorio, es una herramienta robusta que permite integrar los conocimientos y las necesidades de las comunidades locales en la toma de decisiones y estrategias manejo. La Microcuenca Poturo (Churumuco, Michoacán) es una zona con una gran riqueza biológica y cultural que presenta problemáticas socioambientales como la marginación, la escasez hídrica y el cambio de uso de suelo, que amenazan la biodiversidad y el suministro de servicios ecosistémicos. El objetivo de este estudio fue analizar los patrones espaciales de los SE y la biodiversidad percibidos por las comunidades locales de la Microcuenca de Poturo. Realizamos 50 entrevistas semiestructuradas distribuidas equitativamente entre hombres y mujeres en cinco ejidos dentro del municipio de Churumuco, Michoacán. Cada entrevista constó de tres partes: 1) mapeo participativo; 2) valoración espacial de cada SE y la biodiversidad mapeados; y 3) razones asociadas a la importancia de las zonas más relevantes para cada SE y la biodiversidad. Se utilizaron SIG para obtener mapas de los patrones espaciales percibidos y realizamos análisis de agrupación para identificar paquetes de SE y biodiversidad. Realizamos análisis cualitativos y cuantitativos para explorar las razones asociadas a las áreas más relevantes. Las entrevistas revelaron 1250 áreas percibidas como relevantes (322, 237, 293, 246 y 152 áreas relevantes por ejido). Obtuvimos 500 mapas de los patrones espaciales de SE y biodiversidad percibidos. Encontramos que cada ejido constituye una unidad soci ecológica única con patrones espaciales y paquetes de SE únicos. Sin embargo, se pueden asociar servicios con las diferentes coberturas de suelo: los servicios de provisión con las comunidades, los servicios de provisión-agrícola con las parcelas y los servicios de regulación con las áreas de uso común. Identificamos 21 razones de importancia atribuidas a las diferentes áreas. Las razones frecuentes fueron abundancia del recurso ($n=174$) y accesibilidad ($n=113$), que están relacionadas con todos los tipos de SE y con la biodiversidad. Nuestros resultados vislumbran las complejas relaciones entre las comunidades locales y la naturaleza que albergan sus territorios, también muestran

oportunidades y brindan herramientas espacialmente explícitas para el desarrollo de estrategias de conservación y manejo sostenible de la región.

Palabras clave: Mapeo participativo, paquetes de servicios ecosistémicos, ejidos.

Abstract

Understanding the spatial perceptions that local communities have about ecosystem services (ES) and biodiversity found in their territory is a robust tool that integrates the knowledge and needs of local communities in decision-making and management strategies. The Poturo Microbasin (Churumuco, Michoacán) is an area with great biological and cultural wealth that faces socio-environmental problems such as marginalization, water scarcity, and land use change, all of which threaten biodiversity and the supply of ecosystem services. The objective of this study was to analyze the spatial patterns of ES and biodiversity perceived by local communities in the Poturo Microbasin. We conducted 50 semi-structured interviews equally distributed between men and women in five ejidos within the municipality of Churumuco, Michoacán. Each interview consisted of three parts: 1) participatory mapping; 2) spatial assessment of each ES and biodiversity mapped; and 3) reasons associated with the importance of the most relevant areas for each ES and biodiversity. GIS was used to obtain maps of the perceived spatial patterns, and we performed cluster analysis to identify ES and biodiversity packages. We performed qualitative and quantitative analysis to explore the reasons associated with the most relevant areas. The interviews revealed 1,250 areas perceived as relevant (322, 237, 293, 246, and 152 relevant areas per ejido). We obtained 500 maps of the perceived spatial patterns of ES and biodiversity. We found that each ejido constitutes a unique socio-ecological unit with unique spatial patterns and ES packages. However, services can be associated with different land covers such as provision services with communities, provision-agricultural services with plots, and regulation services with common use areas. We identified 21 reasons attributed to the different areas. Frequent reasons were “resource abundance” (n=174) and “accessibility” (n=113), which were related to all types of ES and biodiversity. Our results reveal the complex relationships between local communities and nature within their territories, as well as highlight opportunities and provide spatially explicit tools for the development of conservation strategies and sustainable management of the region.

Keywords: Participatory mapping, ecosystem services packages, ejidos.

1. Introducción

Las personas dependemos de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos (SE) irremplazables que proporcionan los ecosistemas (IPBES, 2019). No obstante, a pesar de su papel esencial, los ecosistemas enfrentan presiones cada vez mayores, como el cambio de uso de suelo, la sobreexplotación de recursos naturales, la minería y la expansión de monocultivos (Balvanera et al., 2011; Li y Zhang, 2021). Estas presiones están asociadas a factores de cambio, tanto naturales como inducidos por el ser humano, que transforman los socioecosistemas y afectan a la biodiversidad, así como los SE que son vitales para el bienestar humano (EEM, 2005).

En México, cerca del 70% de la superficie forestal está bajo regímenes de propiedad comunal, como los ejidos (Merino y Martínez, 2014; Toledo y Barrera, 2017). Estas zonas no solo proporcionan servicios ecosistémicos fundamentales (EEM, 2005; Balvanera et al., 2011), sino que también son habitadas por comunidades que enfrentan condiciones de marginación, pobreza, inseguridad alimentaria y múltiples problemáticas ambientales (Salcedo y Guzmán, 2014). A pesar de su rol central en la conservación, estas comunidades han sido históricamente excluidas de los procesos gubernamentales de toma de decisiones sobre el manejo del territorio (Apgar et al., 2017; Tauro et al., 2018), lo que pone en riesgo tanto los ecosistemas como el conocimiento tradicional que los sustenta (IPBES, 2019).

En este contexto, la valoración de los servicios ecosistémicos ha emergido como una herramienta clave para comprender la relación entre las comunidades humanas y su entorno natural, aportando insumos valiosos para la gestión sostenible de los recursos y la conservación. Este tipo de estudios permite identificar cómo las personas perciben y valoran los servicios ecosistémicos, como la provisión de agua, la regulación climática o los valores culturales, y brinda una base para orientar políticas públicas con enfoque territorial.

Entre las metodologías utilizadas, el mapeo participativo destaca por su capacidad para integrar el conocimiento local en los procesos de planificación y toma de decisiones. Esta herramienta consiste en la elaboración colectiva de mapas

basados en el conocimiento que las comunidades tienen sobre su territorio (Fagerholm et al., 2012; Álvarez et al., 2022), lo que permite identificar la demanda y percepción local de diversos servicios ecosistémicos (Palomo et al., 2014). Además de generar información espacial relevante, este enfoque promueve el involucramiento efectivo de las comunidades, y puede desencadenar transformaciones sociales ante los problemas que afectan su vida cotidiana (Nahuelhual et al., 2016).

La región de Tierra Caliente, en Michoacán, se caracteriza por su riqueza biológica y cultural, y constituye un caso de estudio de gran relevancia. Sin embargo, ha sido escasamente explorada en el ámbito académico relacionado al estudio de SE, lo que ha generado un vacío en el conocimiento sobre la interacción entre las comunidades locales y los ecosistemas que habitan. Esta zona enfrenta además diversos desafíos: sequías recurrentes, tala ilegal, cambio de uso de suelo, minería ilegal, marginación social, pobreza y episodios constantes de violencia, factores que amenazan tanto la biodiversidad como el bienestar de las comunidades.

Ante este panorama, esta investigación tiene como objetivo: analizar los patrones espaciales de los servicios ecosistémicos y la biodiversidad percibidos por las comunidades locales de la Microcuenca de Poturo, Michoacán. Se realizaron ejercicios de mapeo participativo y valoración espacial de la biodiversidad y sus SE, así mismo se analizaron las razones que explican la importancia de las áreas identificadas por los participantes. Al integrar metodologías participativas y enfoques de valoración, se busca no solo comprender estas dinámicas, sino también generar herramientas que fortalezcan las estrategias de conservación y gestión sostenible en la región.

2. Antecedentes

2.1 Sistemas socioecológicos

Los seres humanos dependen de los ecosistemas, ya que estos cimientan la calidad de vida al prestar un apoyo vital básico (Daily, 1997; IPBES, 2019). La naturaleza proporciona una amplia diversidad de alimentos nutritivos, medicamentos y agua potable; puede ayudar a regular enfermedades y el sistema inmunitario; puede reducir los niveles de ciertos contaminantes; y puede mejorar la salud física y mental a través de la exposición a las zonas naturales (IPBES, 2019). Los ecosistemas naturales y las sociedades humanas interactúan a múltiples escalas tanto temporales como espaciales, configurando lo que se denominan sistemas socioecológicos (Anderies *et al.*, 2004). En otras palabras, los sistemas socioecológicos se pueden entender como un conjunto de relaciones en torno a los recursos que son necesarios para la vida humana, donde intervienen factores sociales y ambientales (Ostrom, 2009).

Estos sistemas constan de una serie de características que determinan su funcionamiento a lo largo del tiempo:

- **Interdependencia:** las sociedades humanas se mantienen gracias a su constante intercambio de materia, energía e información con su medio ecológico, lo que mantiene una estrecha relación entre la sociedad y el ambiente. Estas relaciones y los procesos asociados a ella pueden dar lugar a modificaciones en el funcionamiento o la modificación de la estructura en la sociedad debido a cambios en el entorno ecológico (Gallopín, 2006).
- **Retroalimentación y no linealidad:** los sistemas socioecológicos tienen capacidades adaptativas, impulsadas por dinámicas y retroalimentaciones internas o externas que conducen a cambios o adaptaciones continuas del sistema. Son no lineales ya que pequeños cambios pueden conducir a grandes cambios inesperados (Biggs *et al.*, 2021).

- Resiliencia: la capacidad del sistema socioecológico de absorber perturbaciones, sin que el sistema cambie su estructura básica, pero modificando elementos variables (Gunderson y Holling, 2002; Walker et al., 2004).
- Múltiples escalas: Los sistemas socioecológicos operan a múltiples escalas espaciales y temporales. Para delimitar un sistema socioecológico es necesario considerar tanto el espacio geográfico del ecosistema natural, como el sistema social que puede tener alcances regionales o mundiales. De este modo, por ejemplo, una cuenca hidrográfica determinada puede fungir como sistema socioecológico. A su vez, determinadas cuencas hidrográficas pueden constituir un sistema socioecológico en tanto exista un acoplamiento recurrente y observable empíricamente (Cumming, 2008; Urquiza Gomez 2015).

Los sistemas socioecológicos en México están caracterizados por presentar la mayor extensión de bosques y selvas manejadas por comunidades locales en el mundo. Cerca del 70% de las coberturas forestales del país son de propiedades de comunidades y sistemas de régimen de propiedad semi-colectivo llamados ejidos (Merino y Martínez, 2014). En ese tipo de régimen, la gestión de los recursos la determinan las comunidades locales por las compensaciones entre la productividad para mantener los medios de vida y la conservación de la naturaleza (Haperen, 2019).

Los sistemas socioecológicos gestionados por los pueblos indígenas y las comunidades locales están sometidos a presiones cada vez mayores, tanto internas como externas. Estas comunidades se enfrentan a una serie de problemáticas relacionadas con la marginación, la pobreza, inseguridad alimentaria y problemáticas ambientales (Merino y Martínez, 2014; Toledo y Barrera, 2017). Sin embargo, los medios de comunicación masivos propagan imágenes donde muestran a miembros de estas comunidades como enemigos de la naturaleza, deforestadores, talamontes y que deben de ser controlados (Merino y Martínez, 2014).

No obstante, estudios demuestran que el declive de la biodiversidad en los socioecosistemas es, por lo general, más lento en las tierras de pueblos indígenas que

otros territorios (IPBES, 2019), pero los efectos de los usos de recursos y el conocimiento sobre su gestión en los diferentes territorios y bajo diferentes organizaciones comunitarias es todavía escaso (IPBES, 2019). Por lo tanto, es crucial comprender los puntos de vista de las personas de comunidades locales e incluirlos en los procesos de toma de decisiones, haciendo más visible la heterogeneidad de la importancia que atribuyen a la naturaleza y a los servicios ecosistémicos proporcionados por ella (Tauro *et al.* 2018).

2.2 Servicios Ecosistémicos

El concepto de servicios ecosistémicos (SE) surge de la necesidad de enfatizar esta estrecha relación que existe entre los ecosistemas y el bienestar de las poblaciones humanas. Este concepto surge a consecuencia del movimiento ambientalista de finales de los años 60 (Balvanera y Cotler, 2007). En esta época se hace patente la crisis ambiental y se inicia cuestionando acerca de los impactos severos en la capacidad del planeta para mantenerse y producir suficientes bienes para ser consumidos por las poblaciones humanas. Junto con una lista de los problemas ambientales más severos surge la primera relación que enumera y define los servicios ecosistémicos que se proveen a las sociedades. Esta relación de SE es un esfuerzo por comunicar a los tomadores de decisiones y al público en general acerca del estrecho vínculo entre el bienestar humano y el mantenimiento de las funciones básicas del planeta (Balvanera y Cotler, 2007).

Según la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (EEM, 2005), “Los servicios Ecosistémicos son los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas de manera directa o indirecta. La biodiversidad por su parte corresponde a la diversidad existente entre los organismos vivos que es esencial para la función de los ecosistemas y por ende la variación de sus servicios”. La EEM clasificó a los SE en cuatro categorías: servicios de aprovisionamiento, servicios de regulación, servicios de soporte y servicios culturales (Cuadro 1):

Cuadro 1. Descripción de las cuatro clasificaciones de SE (EEM, 2005).

Clasificación de SE	Descripción
Servicios ecosistémicos de Aprovechamiento	Estos servicios son obtenidos directamente de la estructura biótica, hidrológica y geológica de, como fuentes hídricas, madera, alimentos, leña, suelo, fibras, entre otros.
Servicios ecosistémicos de Regulación	Son servicios obtenidos a partir de un proceso natural en el ecosistema, tales como clima y calidad de aire, almacenamiento de carbono, moderación de fenómenos extremos, tratamientos de aguas residuales, polinización, control de enfermedades, entre otros
Servicios ecosistémicos de Soporte	Sustentan el resto de servicios ecosistémicos sin los cuales el resto no existiría, servicios como la biodiversidad, el hábitat o los procesos naturales del ecosistema.
Servicios ecosistémicos Culturales	Son los beneficios que se obtienen de la relación de los humanos con el entorno natural. Comprenden experiencia espiritual relacionada con el ambiente, la inspiración estética, la identidad cultural, el sentimiento al territorio, actividades recreativas y las oportunidades para el turismo.

El enfoque de Servicios Ecosistémicos lo popularizó la EEM, donde se mostró cómo los seres humanos dependemos de los diferentes servicios de abastecimiento, de regulación y culturales (EEM, 2005). Por su parte, en 2009 se desarrolló la Clasificación Internacional Común de los Servicios Ecosistémicos (CICES), para ayudar a negociar las diferentes perspectivas que han evolucionado en torno al concepto de servicio ecosistémico y ayudar en el intercambio de información sobre ellos. La CICES tiene gran relevancia en la valoración y evaluación de los SE, así como, en desarrollar una clasificación coherente de SE. Para la CICES la forma de describir los SE debe reflejar una comprensión más amplia de las comunidades, de investigadores y profesionales. Para ello, se tomó como punto de partida el concepto de SE sugerido por la EEM y se perfeccionó, ampliando su estructura a un sistema más jerárquico, encontrándose en el nivel más alto las categorías utilizadas por la EEM: aprovisionamiento, regulación, soporte y cultural.

Bajo estas secciones principales de la clasificación se encuentran jerárquicamente anidadas diversas “Divisiones”, “Grupos” y “Clases” de SE. A medida que se desciende en esta estructura —de la sección a la división, el grupo y la clase—, las descripciones se vuelven progresivamente más específicas, agrupando múltiples tipos de servicios dentro de categorías más amplias. Estas características nos permiten trabajar a diferentes escalas y contextos sociales (CICES, 2013). La estructura jerárquica de la CICES se propuso para abordar algunos desafíos que surgen en relación con las diferentes escalas espaciales y temáticas utilizadas en distintas aplicaciones. Esta estructura permite a los usuarios acceder al nivel de detalle más adecuado que requiere su aplicación, pero luego agrupar o combinar los resultados al realizar comparaciones o informes más generalizados. CICES puede considerarse una clasificación más que una nomenclatura arbitraria. A nivel de clase, el sistema está diseñado para ser abierto, de modo que las personas puedan agregar servicios e integrarlos en categorías más amplias (CICES, 2013).

Un concepto de servicio ecosistémico más actual fue desarrollado en el marco conceptual de la Plataforma Intergubernamental sobre Biodiversidad y Servicios de los Ecosistemas (IPBES). Este enfoque identifica tres elementos integradores entre las

sociedades humanas y el mundo no humano: 1) la naturaleza, que desde el punto de vista científico se refiere a la biodiversidad y los ecosistemas, mientras que desde otros sistemas de conocimiento incorpora conceptos holísticos como el de la “madre tierra”; 2) los beneficios que las personas obtienen de la naturaleza, que incluyen tanto a los bienes y servicios ecosistémicos como, de manera más integral, los regalos que se reciben de la “madre tierra” y; 3) una buena calidad de vida, entendida ampliamente como el logro de una vida plena, cuyo significado varía según las condiciones socioeconómicas y los contextos culturales. De tal manera, no existe una única forma en que las sociedades e individuos conciben su relación con la naturaleza (IPBES, 2019).

La categoría de Contribuciones de la naturaleza para las Personas (CNP), propuesta por el IPBES, se define como todas aquellas contribuciones positivas, o beneficios, y ocasionalmente negativas, como pérdidas o perjuicios, que las personas obtienen de la naturaleza (Pascual *et al.*, 2017). En este proceso de evolución conceptual, los Servicios Ecosistémicos se han considerado un instrumento idóneo para vincular la ciencia con la toma de decisiones, así como para integrar múltiples disciplinas y actores. Surgido como un concepto inter y transdisciplinario, ha sido reformulado en IPBES bajo un enfoque más amplio e inclusivo que reconoce y valora el conocimiento local e indígena (Pascual *et al.*, 2017; IPBES, 2019).

Tanto el EEM y el IPBES coinciden en que la naturaleza es esencial para la existencia humana y la buena calidad de vida. La mayoría de los SE no se pueden sustituir por completo y algunos son irremplazables (IPBES, 2017). La naturaleza desempeña un papel fundamental en la provisión de alimentos y piensos, energía, medicamentos y recursos genéticos y toda una variedad de materiales fundamentales para el bienestar físico de las personas y la conservación de la cultura. Por ejemplo, más de dos mil millones de personas dependen de la leña para satisfacer sus necesidades básicas de energía, unos cuatro mil millones de personas dependen principalmente de las medicinas naturales para su atención sanitaria y alrededor del 70% de los medicamentos utilizados para el tratamiento de cáncer son productos naturales o sintéticos inspirados por la naturaleza (IPBES, 2019).

La naturaleza, a través de sus procesos ecológicos y evolutivos, mantiene la calidad del aire, del agua dulce y de los suelos, distribuye agua dulce, regula el clima, propicia la polinización y el control de plagas y reduce los efectos de desastres naturales (IPBES, 2019). Por ejemplo, mundialmente más del 75% de los tipos de cultivos de alimentos, como frutas y verduras y algunos de los cultivos comerciales más importantes, como el café, el cacao y las almendras dependen de la polinización por medio de animales. Los ecosistemas son sumideros de las emisiones de carbono provenientes de actividades humanas, con una absorción bruta de 5.600 millones de toneladas de carbono al año, lo que equivale aproximadamente al 60% de las emisiones antropogénicas mundiales (IPBES, 2019).

Aunque resulta difícil cuantificar su valor total, la naturaleza ofrece los cimientos para la salud humana en todas sus dimensiones y contribuye a los aspectos inmateriales de la calidad de vida, como son la inspiración y el aprendizaje, experiencias físicas y psicológicas y apoyo a la identidad cultural, que son fundamentales para la calidad de vida y la integridad cultural, (IPBES, 2019). La mayoría de las contribuciones de la naturaleza se producen en interacción con las personas. Si bien los activos antropógenos —como el conocimiento, las instituciones, la infraestructura tecnológica y el capital financiero— pueden complementar, o en ciertos casos, sustituir parcialmente algunas de estas contribuciones, algunas son irremplazables (IPBES, 2019). La diversidad biológica, por su parte, sustenta la capacidad de la humanidad para mantener alternativas de cara a un futuro incierto (IPBES, 2019).

2.3 Factores de cambio y la provisión de los Servicios Ecosistémicos

La capacidad que tienen los ecosistemas de ofrecer servicios ecosistémicos se puede ver modificada por los factores de cambio (Balvanera, 2012). Los factores de cambio pueden ser clasificados como naturales, por ejemplo, terremotos, deslizamientos de tierra, sequías, inundaciones, o sociales; algunos de estos últimos influyen en lo que antes se consideraban fenómenos climáticos naturales (NUCLD,

2017). Los factores con la causa inmediata más significativa de la degradación de la tierra son los que se relacionan con el cambio en el uso de suelo. Entre ellos se encuentran prácticas como la deforestación, el drenaje de los humedales y el sobrepastoreo, que pueden conducir a la erosión y compactación del suelo, a la reducción de la filtración del agua y a la disminución de la biodiversidad (NUCLD, 2017).

Los factores de cambio que conducen al desarrollo o cambio de los servicios que personas obtienen de los ecosistemas son variables. Estos factores dependen de características demográficas, económicas, políticas, culturales, científicas y tecnológicas de los grupos humanos que interactúan con el ecosistema (EEM, 2005; Li y Zhang, 2021). Los grupos humanos determinan qué servicios demandan, extraen o esperan de los ecosistemas y, por lo tanto, impulsan las decisiones sobre cómo gestionarlos (EEM, 2005). La disponibilidad de agua, por ejemplo, está estrechamente relacionada con la mayoría de los procesos de los ecosistemas y por ende en la capacidad para brindar SE (Balvanera *et al.*, 2011).

Los cambios en el tamaño y la composición de la población pueden alterar la demanda de SE al influir en los patrones de consumo o uso, así como en las preferencias de la población (Zazada, 2011; Wolff *et al.*, 2015). La demanda también está influenciada por las necesidades individuales de los beneficiarios potenciales, su conocimiento y las oportunidades y costos de utilizar SE específicos (Schroter *et al.*, 2014; Wolff *et al.*, 2015). Así, la tierra se gestiona y convierte en respuesta a la demanda de SE por parte de la sociedad (Wolff *et al.*, 2015).

Los actuales factores socioeconómicos y las estrategias de gestión de territorio no garantizan el mantenimiento a largo plazo de los ecosistemas tropicales ni la prestación de sus servicios (Balvanera *et al.*, 2011). Las políticas públicas, nacionales e internacionales, determinan en gran medida el manejo de los ecosistemas (Balvanera, 2012) y pueden desempeñar un papel muy importante al impulsar a los pequeños productores sobre cómo gestionar los recursos naturales (Monroe-Sais *et al.*, 2020). En los bosques tropicales secos, por ejemplo, los factores sociales son los que más influyen en la modificación de los ecosistemas para suministrar SE.

Organizaciones gubernamentales e internacionales han impulsado políticas de transformación de los bosques tropicales secos para satisfacer la creciente demanda de recursos agropecuarios (Steininger *et al.*, 2001). En México han existido múltiples intentos de aprovechar los bosques tropicales secos con programas que incentiven el desarrollo agrícola y ganadero, como “Marcha hacia el mar” y PROGAN, con los objetivos de buscar más desarrollo económico (Balvanera, 2012; Castillo *et al.*, 2005; Álvarez-Macias y Santos-Chávez, 2019).

2.4 Servicios ecosistémicos en bosques tropicales secos

Los bosques tropicales secos (BTS), están caracterizados por tener estaciones bien definidas, con una temporada húmeda y una temporada seca prolongadas y especies caducifolias y bien adaptadas a la escasez de agua. Los BTS son uno de los ecosistemas más amenazados y poco estudiados en el mundo ya que cerca del 48% de su área ha sido transformada (Hoekstra *et al.*, 2004; Sosa *et al.*, 2023). Entre las principales amenazas están la deforestación, la sequía, el cambio de uso de suelo, la contaminación por actividades mineras, la extracción ilegal de especies o el cambio climático (Balvanera *et al.*, 2012; Sosa *et al.*, 2023). Los BTS, además de ser ecosistemas prioritarios para la conservación de la biodiversidad, suministran a las poblaciones humanas de SE vitales para su supervivencia: debido a la temporada seca y la poca precipitación que caracteriza a los BTS, el SE de agua toma gran relevancia para la preservación de los medios de vida (Balvanera *et al.*, 2011). Otros SE de aprovisionamiento más relevantes que suministran los BTS son: los servicios relacionados con el suministro de alimentos provenientes de la agricultura y la ganadería, la madera y productos forestales no maderables, leña, medicinas, germoplasma y animales silvestres para cacería. Entre los servicios de regulación se encuentran: la regulación de la erosión, regulación de la fertilidad, infiltración de agua, calidad de agua, captación de carbono, regulación de temperatura, polinización y dispersión de semillas. Los servicios culturales más relevantes en los BTS son: la cosmovisión, identidad, oportunidades de trabajo, espiritualidad, el ecoturismo, así como, las oportunidades para los asentamientos humanos (Janzen 1988; Dinerstein

et al. 1995; Maass *et al.* 2004; Balvanera *et al.*, 2011; Balvanera, 2012; Sosa *et al.*, 2023).

A pesar de su relevancia en el suministro de SE, los BTS enfrentan amenazas ante presiones externas e internas que ponen en riesgo la biodiversidad y el mantenimiento de vida de las comunidades locales (Yirdaw *et al.*, 2017). Las investigaciones relacionadas a los SE en los BTS toman cada vez más relevancia debido a la necesidad de comprender las complejas relaciones entre los bosques y las comunidades locales. México es el país que más aporta a la investigación de SE en BTS, siendo la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, en el estado de Jalisco, el lugar donde más investigaciones se realizan (Portillo y Sánchez, 2014) y superando a países como Brasil, Costa Rica, Cuba o Guatemala que cuentan con un mayor porcentaje de BTS en sus territorios. Para los BTS del estado de Michoacán solo se encuentra una investigación relacionada con SE (Sosa *et al.*, 2023). Este trabajo desarrolla un enfoque participativo de conservación del paisaje, en el que integra las perspectivas de las partes interesadas en las evaluaciones de los SE dentro de los BTS, facilitando el consenso entre las comunidades locales, académicos y formuladores de políticas para mejorar los esfuerzos de conservación en la Reserva de la Biosfera Zicuirán-Infiernillo en Michoacán, México (Sosa *et al.*, 2023).

2.5 Valoración de Servicios ecosistémicos y Biodiversidad

Con los cambios tan abruptos en los ecosistemas crece la importancia de diseñar estrategias de adaptación para la gestión sostenible de la tierra con el fin de equilibrar y optimizar el suministro de SE (FOREFORNT, 2014). Incluir las percepciones sociales en investigación sobre problemáticas ambientales nos ayuda a entender la compleja relación del humano-naturaleza y las razones de los cambios que sufren los ecosistemas (Castillo *et al.*, 2009). En ese sentido, a lo largo de los años se ha empezado a utilizar en mayor medida la cuantificación y la valoración de los SE para guiar la toma de decisiones en búsqueda de la sostenibilidad (Ruckelshaus *et al.*, 2015). Los ecosistemas y los SE que provee son percibidos y valorados por las

personas de maneras marcadamente diferentes y, a menudo, contradictorias (Martínez-Alier, 2003). Los actores locales perciben y otorgan un valor diferencial a los servicios de los ecosistemas según su contexto cultural y el impacto que tiene un servicio determinado en sus ingresos y medios de vida (IPBES, 2019). Por ejemplo, los agricultores pueden valorar los alimentos que producen de diferentes maneras, considerándolos como un producto de mercado puro, que produce un beneficio financiero, o como parte integral de su identidad cultural continua y autodeterminación (Pascual *et al.*, 2017).

En sus inicios, los estudios sobre valoración de los servicios ecosistémicos se enfocaron principalmente en los SE de provisión, destacando su importancia económica y su distribución espacial. Sin embargo, esto condujo a la subvaloración de los SE de regulación y, en particular, de los SE culturales, además de ignorar las percepciones y conocimientos de las comunidades locales sobre estos servicios (Lambin *et al.*, 2014; Wolff *et al.*, 2015). En respuesta, algunas investigaciones más recientes han buscado incorporar las perspectivas locales, reconociendo la diversidad de formas en que las comunidades valoran los SE (Wolff *et al.*, 2015). Esta integración de valores, económicos, culturales, ecológicos y sociales, resulta clave para que los responsables de la formulación de políticas puedan diseñar estrategias ambientales y de uso del suelo más inclusivas y sostenibles (De Groot *et al.*, 2010).

2.6 Mapeo participativo y la identificación de los Servicios Ecosistémicos

El mapeo participativo (MP) puede entenderse como la creación de mapas que reflejan las percepciones y los conocimientos que las personas o comunidades poseen sobre sus espacios, paisajes o territorios. Este enfoque surge aproximadamente durante los años setenta, como una herramienta para la defensa del territorio de comunidades nativas de Canadá y Estados Unidos. A partir de 1990 comenzó a emplearse por poblaciones indígenas y campesinas de América Latina (Alvarez *et al.*, 2022). Hoy el MP se emplea alrededor del mundo para diversos propósitos: 1) defensa de territorios, principalmente indígenas, 2) gestión de conflictos entre comunidades, 3)

monitoreo y gestión de recursos naturales en peligro, 4) manejo de riesgos en entornos rurales o urbanos, 5) equidad espacial, 6) educación intercultural, 7) identidad cultural y preservación del patrimonio, entre otros (Álvarez *et al.*, 2022).

El MP implica un proceso comunitario local donde se lleven a cabo talleres colectivos para registrar cierta información espacial local, con la participación de personas con necesidades comunes. En los procesos de MP, la cartografía generada se considera tanto un fin como un medio que pueda contribuir al diálogo entre actores sociales, a la socialización de saberes entre generaciones, al conocimiento y a la protección del territorio y del acervo cultural local. El mapa o la cartografía, pero sobre todo la acción de trasladar el mapa conceptual a un espacio gráfico permite observar/visibilizar otras realidades (Álvarez *et al.*, 2022).

La cartografía generada de manera participativa/colectiva constituye una manera social y culturalmente distinta de ver y entender los paisajes y territorio; no solo contiene información que se suele excluir de los mapas estándar -que presentan normalmente los puntos de vista oficiales o de los sectores hegemónicos en la sociedad-, sino que puede registrar sentimientos y creencias locales. La cartografía, pero sobre todo la actividad de mapeo en sí misma, es un instrumento para moldear nuevas realidades espaciales; por lo tanto, existe una necesidad imperiosa de mayor participación de la gente en la generación de mapas de sus propios espacios y recursos, incluidos los culturales, históricos y arqueológicos (Álvarez *et al.*, 2022).

La identificación de los SE y la biodiversidad asociados a un lugar a través de MP, puede ser una herramienta útil para la conservación o restauración de ecosistemas, así como, de prevención de daños adicionales (Ferrer *et al.*, 2012). El mapeo de SE resulta una herramienta pertinente y útil para definir las áreas sensibles a los cambios y estimar el impacto percibido por los habitantes frente a las modificaciones en los medios de vida y el entorno en el área de vida (Montañas, 2018). Además, identificar los SE y la biodiversidad, así como de la diversidad de valores o atributos que los individuos y comunidades les otorgan, aporta elementos claves para la toma de decisiones, ya que hacen visibles y explícitos los conflictos que tienen lugar a nivel del sistema socio-ecológico.

Los paisajes tropicales suministran múltiples SE simultáneamente (Borner y Vosti, 2013; Raudsepp-Hearne *et al.*, 2010; Zoderer, 2019; Benet, 2009). Por ello nace el concepto de “paquetes de SE”, este enfoque ha sido útil para mejorar nuestra comprensión de los resultados de políticas ambientales y de gestión de territorio al analizar no solo efectos en la provisión de un SE individual (Mouchet *et al.*, 2014; Cord *et al.*, 2017). Al analizar los paquetes de SE que surgen como resultado de las percepciones locales permite visualizar y evaluar múltiples servicios simultáneamente y, por lo tanto, reducir el riesgo de fallas en las políticas públicas (Quintas-Soriano *et al.*, 2019). Por lo tanto, identificar paquetes es una forma sencilla de comprender y evitar compensaciones no deseadas y aprovechar las sinergias entre los servicios ecosistémicos y la biodiversidad que ocurren en el paisaje (Quintas-Soriano *et al.*, 2019). Además, debido a que los paquetes de SE están agrupados en el espacio, pueden usarse para identificar áreas caracterizadas por distintas dinámicas socioecológicas a través de un análisis de los patrones de distribución espacial de estos grupos (Raudsepp-Hearne *et al.*, 2010; Martín López *et al.*, 2012; García-Nieto *et al.*, 2013; Iniesta-Arandia *et al.*, 2014).

Los BTS de Michoacán enfrentan una alta complejidad social y gubernamental, consistiendo en una región marginada y vulnerable no sólo climáticamente como también marcada por la pobreza y el narcotráfico. Por lo tanto, aunado a la escasez de investigaciones, es de suma importancia utilizar estrategias participativas para comprender mejor las relaciones de los bosques y sus SE con las comunidades locales y desarrollar mejores estrategias de manejo de territorio y de conservación. Al involucrar a las comunidades locales e integrar sus conocimientos con métodos científicos, este enfoque fomenta la toma de decisiones inclusiva y empodera a las partes interesadas para que asuman un papel activo en la conservación.

3. Pregunta de investigación

3.1 Pregunta general

¿Cuáles son los patrones espaciales e importancia de los servicios ecosistémicos y la biodiversidad percibidos por las comunidades locales en la Microcuenca Poturo, Michoacán?

3.2 Preguntas particulares

- 1) ¿Cómo las personas de los diferentes ejidos perciben los servicios ecosistémicos y la biodiversidad en su territorio?
- 2) ¿Cuáles son las razones por las que las personas consideran importantes las áreas más relevantes para los servicios ecosistémicos y la biodiversidad?

4. Objetivos

4.1 Objetivo general

Analizar los patrones espaciales e importancia de los servicios ecosistémicos y la biodiversidad percibidos por las comunidades locales en la Microcuenca Poturo, Michoacán.

4.2 Objetivos particulares

1. Identificar los patrones espaciales percibidos de los servicios ecosistémicos y de la biodiversidad más valorados en cada ejido.
2. Analizar las razones de importancia que las comunidades atribuyen a las áreas más valoradas para los servicios ecosistémicos y la biodiversidad

5. Métodos

5.1 Sitios de estudio

El estudio se desarrolló dentro del Municipio de Churumuco, en la Microcuenca Poturo, región del Bajo Balsas, Michoacán. Cinco ejidos fueron muestreados: 1) Potrero de Corpus (101°36'00.060" O -18°54'02.250" N); 2) Ojo de agua de Poturo (101°38'06.000" O -18°51'04.000"); 3) Poturo (101°36'48.935" O -18°49'30.755" N), 4) Juntas de Poturo (101°37'04.000" O -18°48'18.000" N); y 5) Santa Rosa (101°37'27.433" O -18°47'56.355" N) (Fig. 1 y 2; INEGI, 2010).

El ejido Potrero de Corpus está constituido por dos comunidades, Potrero de Corpus y El Chocolate. Según el censo ejidal de INEGI 2020 cuenta con 219 habitantes (112 hombres y 107 mujeres), de los cuales el 31.75 % son mayores de 15 años. Presenta una superficie del plano actual de 1,508 ha, del cual 515.4 ha es zona parcelada y 83.6 ha de uso común (RAN, 2010). Cuenta con un total de 48 ejidatarios (RAN, 2010). Las principales actividades económicas son la agricultura (maíz, calabaza, aguacate), la ganadería (vacuno y bovino), la minería (legal e ilegal), el comercio y el proyecto de la A.C Guacamayas Calentanas, el cual brinda trabajo a través de actividades enfocadas a la conservación, reforestación, monitoreo de guacamaya verde (*Ara militaris*), construcción de cercos vivos y venta de artesanía.

El ejido de Ojo de Agua de Poturo cuenta con 334 habitantes, 170 hombres y 164 mujeres. Del total de la población, 5.7% no es originaria del estado de Michoacán (INEGI, 2020). Presenta una superficie del plano actual de 2,058 ha del cual 1,576.8 ha es superficie parcelada y 364.7 ha zona de uso común (RAN, 2010). Este ejido tiene un total de 80 ejidatarios (RAN, 2010). Entre sus principales actividades económicas se encuentra la ganadería (vacuno y bovino), la agricultura (maíz) y el comercio.

En el ejido de Poturo, según el censo de INEGI 2020, la población es de 1043 habitantes (486 hombres y 557 son mujeres), de los cuales el 76% son personas mayores a 15 años. Presenta una superficie general de 2,696 ha de la cual 277.016

ha es zona parcelada y 856.9 ha es área de uso común (RAN, 2010). Cuenta con 109 ejidatarios (RAN, 2010). Las principales actividades económicas son la ganadería (vacuno, bovino), la agricultura (maíz, jamaica, limón, mango y nanches) y el comercio. Los productos son comercializados en el mismo ejido y en otras comunidades circundantes. Generalmente la jamaica y el nanche son enviados fuera del municipio a otra ciudad o como producto de exportación.

El ejido Juntas de Poturo, presenta una población total de 121 habitantes, 57 hombres y 64 mujeres, de los cuales el 74% son mayores de 15 años (INEGI, 2020). Presenta una superficie general de 922 ha del cual 1,050.2 ha es de uso común (RAN, 2010). Hay un total de 29 ejidatarios registrados (RAN, 2010). Las principales actividades económicas son la agricultura, principalmente el maíz y la jamaica como producto de exportación, y en menor medida la ganadería (vacuno).

El ejido Santa Rosa, cuenta con alrededor de 107 personas, 49 hombres y 58 mujeres, con un 65.42% de población mayor de 15 años (INEGI, 2020). Presenta una superficie del plano general de 1,011.5 hectáreas, de las cuales 324.9 ha es zona parcelada y 679.1 ha corresponde a la zona de uso común (RAN, 2010). Hay un total de 36 ejidatarios (RAN, 2010). Se identifica la agricultura como la principal fuente de ingresos, así como el comercio.

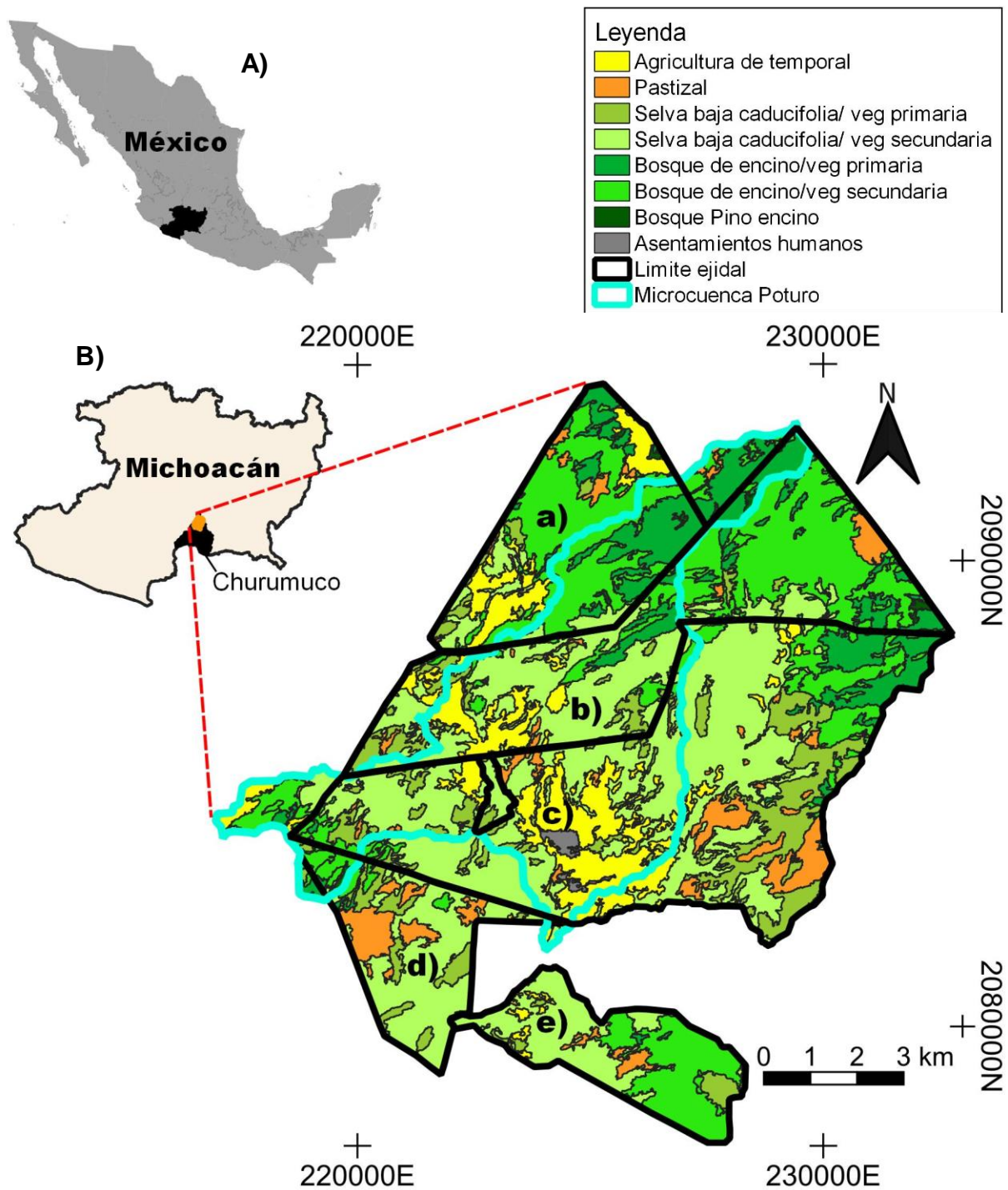


Figura 1. Ubicación de la región de estudio y los cinco ejidos de trabajo. A) Michoacán, México; B) Municipio de Churumuco y Ejidos de a) Potrero de Corpus, b) Ojo de Agua de Poturo, c) Poturo, d) Juntas de Poturo y e) Santa Rosa (INEGI, 2010; CIGA-UNAM, 2016).

5.2 Clima

La Microcuenca Poturo se caracteriza por tener un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano. La temperatura media anual oscila entre 20°C a 35°C (INEGI, 2010). La Microcuenca Poturo recibe una precipitación promedio anual de aproximadamente 663 mm, concentrándose principalmente durante la temporada de lluvias, que va de junio a septiembre. El mes más lluvioso es julio, con un promedio de 151.9 mm de lluvia, mientras que los meses más secos son marzo y abril, con precipitaciones de 2.7 y 2.3 mm respectivamente (Conagua, 2025). Se identifican dos estaciones claramente marcadas, la temperatura y precipitación presentan diferencias significativas entre los meses de marzo y julio, como parte del proceso de transición entre la época seca y lluviosa.

5.3 Suelos

Los suelos son principalmente luvisoles y phaeozem, caracterizados por presentar textura de arcillosa a arenosa, con un bajo o alto contenido de materia orgánica, con pH ácidos a ligeramente alcalinos. Se caracterizan por presentar variación en su coloración y por ser suelos jóvenes bien drenados, con características de la roca madre ígneas (Rzedowski, 2006, INEGI, 2010).

5.4 Vegetación

En la Microcuenca se encuentran dos tipos de vegetación predominantes, la selva baja caducifolia (bosque tropical seco) y el bosque de encino, la primera es la de mayor cobertura (CIGA-UNAM, 2016) (Fig. 2).

La selva baja caducifolia, se caracteriza por la vegetación arbórea de entre cuatro y 15 metros de altura. Más de 75 por ciento de los árboles pierden su follaje durante la época seca (INEGI, 2007). El género *Bursera* tiene mayor representación en cuanto a especies de la selva baja caducifolia, con algunas especies endémicas:

Bursera coyucensis, *B. paradoxa*, *B. sarukhanii* y *B. staphyleoides* (Rzedowski, 2005; Rzedowski, 2006). Otros géneros frecuentes en este tipo de vegetación son *Copallifera*, *Ceiba*, *Euphorbia*, *Haematoxylon*, *Ipomea* y *Tabebuia*. Se presentan también cactáceas columnares y candelabroiformes, como *Backebergia* y *Pilosocereus chrysacanthus* (CONANP y SEMARNAT, 2018). Estos ecosistemas se encuentran seriamente amenazados, con una tasa de destrucción de alrededor de dos por ciento anual (SEMARNAT, 2009)

Los Bosques de encino son bosques formados por especies del género *Quercus* (encinos), el estrado arbóreo va de los seis a ocho metros de altura, aunque pueden alcanzar los 30 metros. Los encinares más representativos de la depresión del Balsas incluyen *Quercus magnoliifolia* y *Q. glaucoides*, también se pueden encontrar *Q. conspersa*, *Q. macrophylla*, y *Q. obtusata* (CONANP y SEMARNAT, 2018; Rzedowski, 2006). Las especies de la familia Compositae y Graminae son las más abundantes (INEGI, 2007). Los bosques de encino pueden tener presencia de algunas epífitas y la presencia común de pinos (Rzedowski, 2006). Se registra un alto porcentaje de cambio de uso de suelo para utilizarse en agricultura de temporal y pastizales inducido para ganadería extensiva (CONANP y SEMARNAT, 2018) (Fig. 2).

5.5 Fauna

En cuanto a la fauna encontramos una gran riqueza biológica con numerosos endemismos en la región. Se registran 323 especies de insectos y arácnidos, 161 especies de mamíferos, 69 especies de anfibios y reptiles, 58 especies de peces y 253 de aves (CONANP y SEMARNAT, 2018; CONABIO, 2020). En cuanto a los arácnidos se encuentran algunas especies muy reconocidas, como las tarántulas (*Brachypelma auratum*) de la familia Theraphosidae, arañas de jardín, arañas saltadoras, arañas patonas, las capulinas o viudas negras (*Latrodectus mactans*) de la familia Theridiidae y las arañas violín (*Loxosceles* spp.) de la familia Loxoscelidae. En cuanto al grupo de alacranes se registran 4 especies endémicas de la depresión del Balsas: *Centruroides balsasensis*, *Diplocentrus churumuco*, *Vaejovis cisnerosi*, *V. kuarapu* (CONANP y

SEMARNAT, 2018; Ponce y Francke, 2004). Los órdenes de Amblypygi, Solifugae y Pseudoescorpiones se encuentran bien representadas. Los grupos más diversos de insectos son el de los escarabajos, orden Coleoptera, el de las moscas y mosquitos, orden Diptera y los organismos del orden Hemiptera y del orden Hymenoptera (CONANP y SEMARNAT, 2018).

El área de estudio cuenta con un total de 86 especies de mamíferos silvestres correspondientes a ocho órdenes y 24 familias. Los murciélagos son el grupo con mejor representación, con 45 especies, seguido por los roedores y carnívoros, con 16 especies cada grupo, el orden Insectívora es el que presenta menos especies con solo una. Un total de 14 especies se encuentran dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Con respecto a las especies endémicas de mamíferos. Se tienen registradas un total de 18 especies endémicas para México: *Tlacuatzin canescens* del Orden Didelphimorphia, *Glossophaga morenoi*, *Musonycteris harrisoni*, *Myotis carteri*, *Rhogeessa alleni* y *Rhogeessa párvula* del Orden Chiroptera, *Spilogale pigmea* del Orden Carnivora, *Spermophilus adocetus*, *Spermophilus annulatus*, *Hodomys alleni*, *Oryzomys melanotis*, *Osgoodomys banderanus*, *Peromyscus perfulvus*, *Peromyscus spicilegus*, *Sigmodon alleni*, *Sigmodon mascotensis*, *Sylvilagus cunicularis* del Orden Rodentia. Y una especie endémica para Michoacán *Rhogeessa mira* del orden Chiroptera (CONANP y SEMARNAT, 2018).

Con respecto a los anfibios se tiene registradas 15 especies pertenecientes a nueve géneros, cuatro familias y un orden Anura. Para los reptiles se tienen registradas 54 especies de reptiles, pertenecientes a 35 géneros, 15 familias y dos órdenes Testudines y Squamata. Del total de especies de reptiles encontrados hasta ahora, 41 especies son endémicas de México y 33 están consideradas dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. La ictiofauna del área de estudio está compuesta por 58 especies, 42 géneros y 22 familias de las cuales 13 especies son introducidas y 45 nativas. 1 especie endémica *Hybopsis boucardi*. De acuerdo con los criterios de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, se encuentran tres especies, una de ellas en peligro de extinción (*Allotoca catarinae*) y dos de ellas

en protección especial (*Poecilia butleri* y *Onchorynchus mykiss*) (CONANP y SEMARNAT, 2018).

La avifauna del área de estudio dispone de un listado de 253 especies de aves pertenecientes a 51 familias. De este total, 101 especies migratorias. La familia de ambientes acuáticos que presentan un mayor número de especies es la Anatidae (patos y cercetas: 11), seguida por la Ardeidae (garzas y garcetas: 10). En el caso de las aves terrestres las familias más numerosas son la Tyrannidae (mosqueros, papamoscas, tiranos: 28), la Parulidae (chipes: 18), la Accipitridae (águila pescadora y aguilillo o gavilanes: 14), la Emberizidae (semilleros, zacatoneros y gorriones: 12) y la Icteridae (calandrias: 12). Se tienen registradas 27 especies de aves endémicas para México: *Oralis poliocephala*, *Philortyx fasciatus*, *Amazona finschi*, *Megascops seductus*, *Glaucidium palmarum*, *Streptoprocne semicollaris*, *Cyananthus auriceps*, *Phaeoptila sordida*, *Trogon citreolus*, *Melanerpes chrysogenys*, *Ramphotrigon flammulatus*, *Campylorhynchus gularis*, *Pheugopedius felix*, *Nyctiphrynus mcleodi*, *Lepidocolaptes leucogaster*, *Vireo hypochryseus*, *V. nelsoni*, *Aphelocoma ultramarina*, *Turdus rufopalliatus*, *Melanotis caerulescens*, *Peucaea humeralis*, *Melozona kieneri*, *Atlapetes pileatus*, *Piranga erythrocephala*, *Passerina leclancherii*, *P. versicolor*, *Granatellus venustus*. Con respecto a las especies de aves dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, en alguna categoría de riesgo, se encuentran 26 especies incluidas en esta norma incluidas: el vencejo nuca castaña (*Streptoprocne rutila*) y el papamoscas jaspeado (*Deltarhynchus flammulatus*), el tecolote del Balsas (*Megascops seductus*) y el tecolote colimense (*Glaucidium palmarum*) están catalogadas como especies amenazadas, mientras que el loro corona lila (*Amazona finchi*), el tapacamino prió (*Nyctiphrynus mcleodi*), el viereo enano (*Vireo nelsoni*) y la guacamaya verde (*Ara militaris*) se enlistan como en peligro de extinción (CONANP y SEMARNAT, 2018; De La Torre, 2021).

5.6 Enfoque metodológico

Para la realización de este trabajo utilizamos métodos cualitativos y cuantitativos (Fig. 2) dónde recopilamos información sobre los SE más valorados por las personas en los ejidos trabajados y posteriormente realizamos el mapeo participativo de estos servicios. Cada fase de este proceso está descrita a detalle abajo.

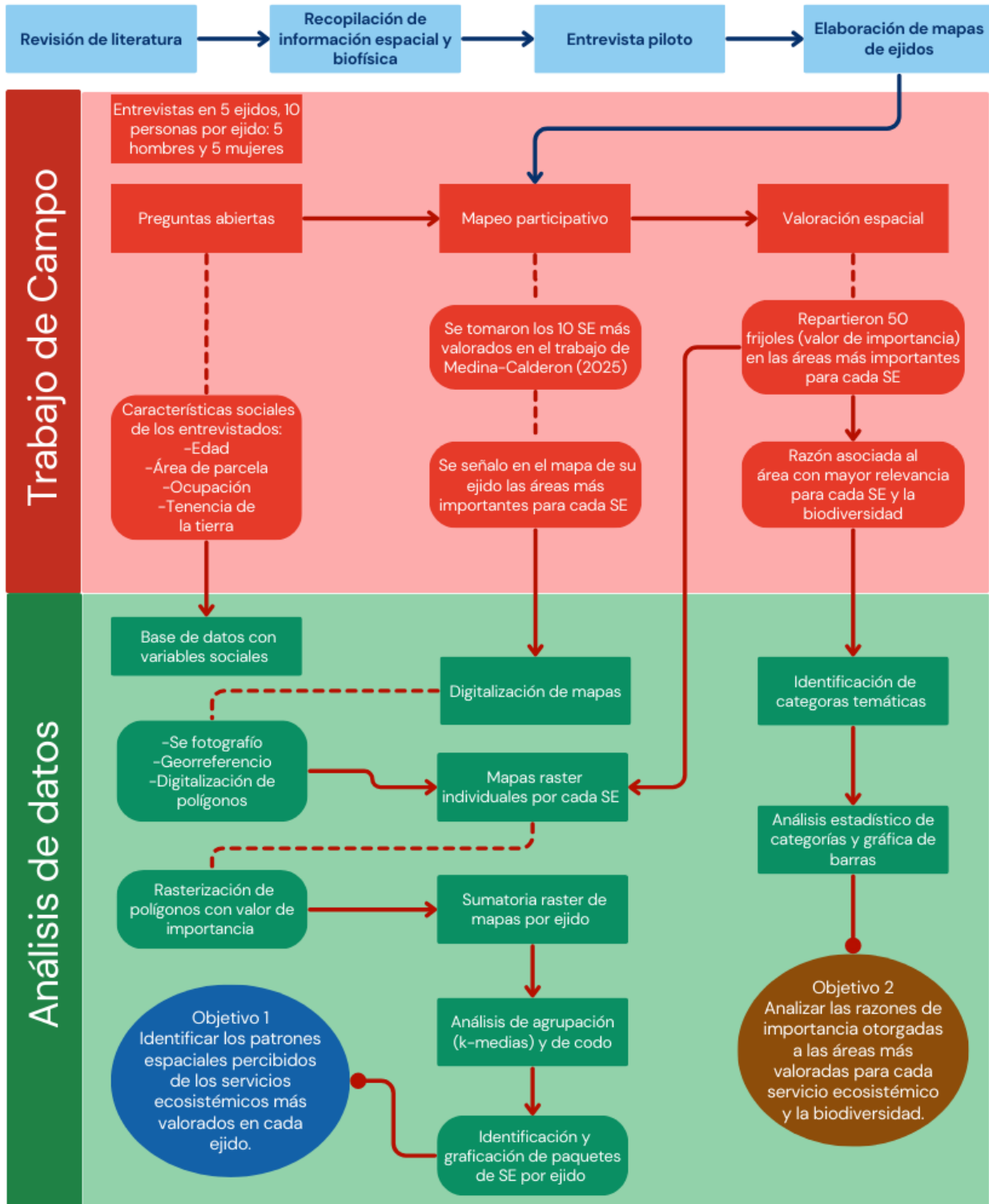


Figura 2. Diagrama metodológico y de análisis estadístico de los objetivos propuestos. Abreviaturas: SE= servicios ecosistémicos.

5.6.1 Diseño de materiales

Primero, se recopiló información bibliográfica de diversas fuentes para entender el contexto socioeconómico, cultural e histórico de la zona (INEGI, 2010; RAN, 2010). Posteriormente, se realizaron entrevistas piloto donde se les dio a elegir a los entrevistados dos diferentes diseños de mapas: 1) mapa con cobertura y usos de suelos (CIGA-UNAM, 2016), límite ejidal (RAN, 2010) y arroyos temporales (INEGI, 2000); y 2) mapa con imagen satelital (ESRI Satélite, 2013), caminos (INEGI, 2000) y límites ejidales (RAN, 2010). Como resultado de la entrevista piloto los participantes eligieron el diseño de material 2, que corresponde a los mapas con las imágenes satelitales, caminos y límites ejidales, como el de más fácil interpretación y más fácil también de ubicarse. En la versión final de estos mapas se incluyeron también lugares con relevancia local y puntos de referencia indicados por los entrevistados (nombres de arroyos, cerros, comunidades, vegetación), límites parcelarios (RAN, 2010), zonas de uso común (RAN, 2010), vectores de caminos (INEGI, 2000) y arroyos (INEGI, 2000) (anexo 2, anexo 3). Cada mapa fue impreso en un tamaño de 80x50 cm.

5.6.2 Entrevistas

Se realizaron entrevistas a un total de 50 personas que previamente participaron en el ejercicio de identificación y valoración de SE de la investigación “Vínculos entre la biodiversidad, servicios ecosistémicos y el bienestar de las comunidades de Churumuco, Michoacán” (Medina-Calderon, 2025). Fueron diez personas entrevistadas por ejido, garantizando la igualdad de género, entrevistando 5 hombres y 5 mujeres, entre los que podían ser ejidatarios, posesionarios y avecindados. Para la ejecución de las entrevistas primero, se solicitó permiso a las autoridades de cada ejido, de acuerdo con las reglas de consentimiento libre, previo e informado (CLPI) y los códigos de ética locales. La selección de los entrevistados se realizó utilizando el método de bola de nieve, lo que significa que las entrevistas no fueron totalmente independientes entre sí (Faugiery Sargeantt, 1997). Se identificaron a los posibles entrevistados de acuerdo con las sugerencias de las autoridades, y de las recomendaciones de los propios entrevistados. Los criterios de selección buscaban

identificar a las personas con un buen conocimiento del territorio ejidal. Después, se discutió con cada persona entrevistada los puntos del CLPI y siempre que fue posible se grabó la entrevista con su permiso (Medina-Calderon, 2025)

Para la selección de los servicios ecosistémicos (SE), se llevó a cabo un ejercicio de 3 entrevistas piloto con habitantes de las comunidades de Potrero de Corpus y Poturo, donde se utilizó una lista de SE generada previamente (Pingarroni, 2022). En ella se enlistan 22 SE. Durante el ejercicio piloto se les pregunto a los habitantes si estos beneficios eran relevantes o no relevantes para la zona, lo cual permitió eliminar o adicionar SE a la lista (Medina-Calderon, 2025). Entendiendo el concepto de Servicios Ecosistémicos como “Los beneficios que las personas identifican y obtienen de la naturaleza” (IPBES, 2013), se utilizó el término “beneficio” como sinonimo de SE para el ejercicio con los entrevistados. Dadas las diferencias entre ejidos, se excluyo de los servicios de provisión, aquellos SE involucrados al sector agrícola y pecuario, resultando en 24 SE divididos en 4 categorías: 1) provisión (4 SE), provisión-agrícola (9 SE), regulación (4 SE) y Culturales (6 SE; Cuadro 2) (Medina-Calderon, 2025).

Cuadro 2. Servicios Ecosistémicos (SE) identificados en la Microcuenca Poturo (Medina-Calderón, 2025) y su clasificación según las categorías del CICES (2013).

No	SE	Categoría
1	Agua para ganado	Provisión-Agrícola
2	Animales trabajo	Provisión-Agrícola
3	Forraje	Provisión-Agrícola
4	Árboles frutales	Provisión-Agrícola
5	Ganado	Provisión-Agrícola
6	Huerto	Provisión-Agrícola
7	Jamaica	Provisión-Agrícola
8	Leche	Provisión-Agrícola
9	Milpa	Provisión-Agrícola
10	Animales silvestres	Provisión
11	Leña	Provisión
12	Madera	Provisión
13	Plantas medicinales	Provisión
14	Minerales	Provisión
15	Agua	Regulación
16	Calidad de aire	Regulación
17	Fertilidad	Regulación
18	Sombra para ganado	Regulación
19	Ecoturismo	Cultural
20	Educación ambiental	Cultural
21	Fotografía de la naturaleza	Cultural
22	Investigación	Cultural
23	Patrimonio	Cultural
24	Recreación	Cultural
25	Biodiversidad	

Las entrevistas estuvieron divididas en cuatro fases: 1) recopilación de las características socioeconómicas del entrevistado; 2) mapeo participativo de los SE y la biodiversidad, 3) valoración espacial de los SE y biodiversidad, y 4) razones asociadas a las áreas más relevantes para cada SE y la biodiversidad. En la fase de recopilación de características socioeconómicas (Fase 1) se reunió información sobre la edad, área que ocupan las parcelas, ocupación y tenencia de la tierra (poseionario/avecindado/ejdatario) de cada entrevistado.

En la fase 2 (Mapeo participativo) se seleccionaron los diez SE más valorados por cada entrevistado (información extraída del trabajo realizado por Medina-Calderón, 2025) y se utilizaron los mapas de cada ejido que fueron diseñados a partir de las entrevistas piloto. Primero se realizó un ejercicio de familiarización con el mapa presentado, donde los actores identificaron las características clave representadas en el mapa. Posteriormente, se registró la percepción de los SE en el territorio a escala ejidal, donde cada uno de los diez SE más valorados por el actor entrevistado fue mapeado individualmente en el territorio. Para ello, pedimos a los entrevistados que dibujaran polígonos en el mapa de las áreas más relevantes para cada SE y biodiversidad en su ejido.

Después de dibujar en el mapa los polígonos de las áreas más relevantes para los SE y biodiversidad, se pedía a los entrevistados atribuir un valor de importancia para cada polígono (Fase 3). Para ello, pedimos al entrevistado que distribuyera un total de 50 frijoles entre las zonas delimitadas resultantes. Cuanto más relevante se consideraba un área para un SE determinado o para la biodiversidad, mayor el número de frijoles que deberían atribuir (Klain y Chan, 2012; Pérez-Ramírez *et al.*, 2019; Pingarroni *et al.*, 2022). Este proceso se repitió para cada uno de los SE y la biodiversidad. Después de atribuir la importancia a cada uno de los polígonos, preguntábamos a los entrevistados la razón o razones asociadas a la zona de mayor relevancia (polígono con mayor número de frijoles) para cada uno de los SE y la biodiversidad (Fase 4).

5.7 Análisis de los datos

5.7.1 Mapas de los patrones espaciales de la percepción de los servicios ecosistémicos y la biodiversidad

Se tomó una fotografía a cada mapa resultante de las entrevistas individuales con una cámara de objetivo fijo. A continuación, se georreferenciaron estas imágenes y las áreas dibujadas por los participantes se convirtieron en polígonos digitalizados utilizando el programa QGIS (3.22.10). Se calculó el valor de importancia de cada píxel para cada SE o para la biodiversidad. Para ello, adaptamos los métodos propuestos por Pingarroni *et al.* (2022). Primero, se utilizó la relevancia relativa de cada una de las áreas señaladas, es decir, el número de frijoles individualmente atribuido a cada polígono de la entrevista. Posteriormente, los polígonos se transformaron en píxeles (transformación a formato raster) y se le asignó a cada píxel el valor de la contribución relativa para cada polígono (tamaño del píxel 49 m²). Para obtener el valor de importancia se sumaron los valores de contribución relativa de todos los píxeles que pertenecieron a un SE en particular o a la biodiversidad y que se sobrelaparon espacialmente. Como resultado se obtuvieron mapas finales de los patrones espaciales percibidos para cada SE individual y para la biodiversidad en cada ejido. Los análisis se realizaron utilizando los programas R y Rstudio (v.3.2.2; R Development Core Team, 2015).

5.7.2 Identificación de paquetes de SE y la biodiversidad

Los paquetes de SE y sus áreas correspondientes se identificaron mediante un análisis de agrupación espacial de K-medias y el método de codo para definir el número óptimo de grupos (Maldonado *et al.*, 2019; Saidi y Spray, 2018). Esta técnica se ha utilizado ampliamente en la literatura sobre SE para detectar paquetes de servicios espacialmente explícitos (Spake *et al.*, 2017; Pingarroni *et al.*, 2022). Se realizó un análisis de agrupación con los píxeles que conforman los SE y la biodiversidad en cada ejido. Finalmente, para ilustrar los paquetes de SE resultantes, se utilizaron diagramas de flores (Mouchet *et al.*, 2014), donde cada pétalo

corresponde al valor máximo de importancia (VI) de cada SE y de la biodiversidad. Los valores de importancia (VI) se clasificaron mediante una categorización por cuartiles para cada ejido. Esta clasificación consistió en dividir el conjunto de datos en cuatro grupos iguales, cada uno representando el 25% de los datos de VI. Con base en los cuartiles definimos las categorías de la siguiente manera: Bajo: valores menores o iguales al primer cuartil (Q1); Intermedio: valores mayores que el primer cuartil (Q1) pero menores o iguales tercer cuartil (Q3); Alto, valores mayores que el tercer cuartil (Q3). Consultar más detalles, ver anexo 5 y 6. Los análisis de agrupación se realizaron con el programa R y Rstudio (v.3.2.2; R Development Core Team, 2015).

5.7.3 Análisis de las razones de importancia asociadas a las áreas más relevantes para cada servicio ecosistémico y la biodiversidad

Registramos explícitamente en notas de campo y grabaciones de audio los relatos compartidos por los entrevistados en los talleres sobre la importancia de las áreas con mayor relevancia para los SE y la biodiversidad. Pretendimos confirmar nuestra comprensión del contexto que subyace a estas narraciones y los lugares a los que pertenecen. En algunos casos, las narraciones sobre un área relevante para un SE o biodiversidad concretos contenían más de un motivo de importancia, en cuyo caso dividimos las narraciones en frases para analizarlas por separado. Posteriormente identificamos categorías temáticas relacionadas a las razones de importancia utilizando un enfoque inspirado en otros trabajos (Arias-Arévalo *et al.*, 2018; Tauro *et al.*, 2018; Pingarroni *et al.*, 2022) pero adaptado al contexto social y cultural único de la región de la Microcuenca Poturo. A continuación, calculamos las frecuencias de las razones de importancia asociadas a cada SE y a la biodiversidad por categoría a nivel regional.

6. Resultados

6.1 Características socioeconómicas de los entrevistados de la Microcuenca Poturo

Se realizaron 50 entrevistas en total, 10 personas en cada uno de los ejidos. Las edades de los entrevistados se encontraron entre los 20 y los 86 años (moda= 50 y 65 años). El tamaño de parcela de los entrevistados se encuentra entre 1 y 137 ha (moda = 21 ha). Ocho de los entrevistados no contaban con parcelas. Un total de 30 ocupaciones diferentes se identificaron durante las entrevistas, siendo la más frecuente la agricultura, que es desarrollada por 36 entrevistados, seguida de ama de casa con 24 personas y ganadería con 22 personas. Cabe señalar que algunos de los entrevistados reportaron tener más de una ocupación, por lo que una misma persona puede estar incluida en varias de estas categorías (Fig. 3). Para la tenencia de la tierra encontramos 3 categorías: posesionarios (personas que poseen tierras ejidales con derechos agrarios restringidos), avecindados (personas que han residido por un año o más dentro del núcleo ejidal) y ejidatarios (personas integrantes de un núcleo ejidal con certificado de derechos agrarios y derechos de uso de sus parcelas). De las cuales la más frecuente fueron personas ejidatarias con 29, seguido de personas avecindadas con 12 y por último posesionarios con 9.

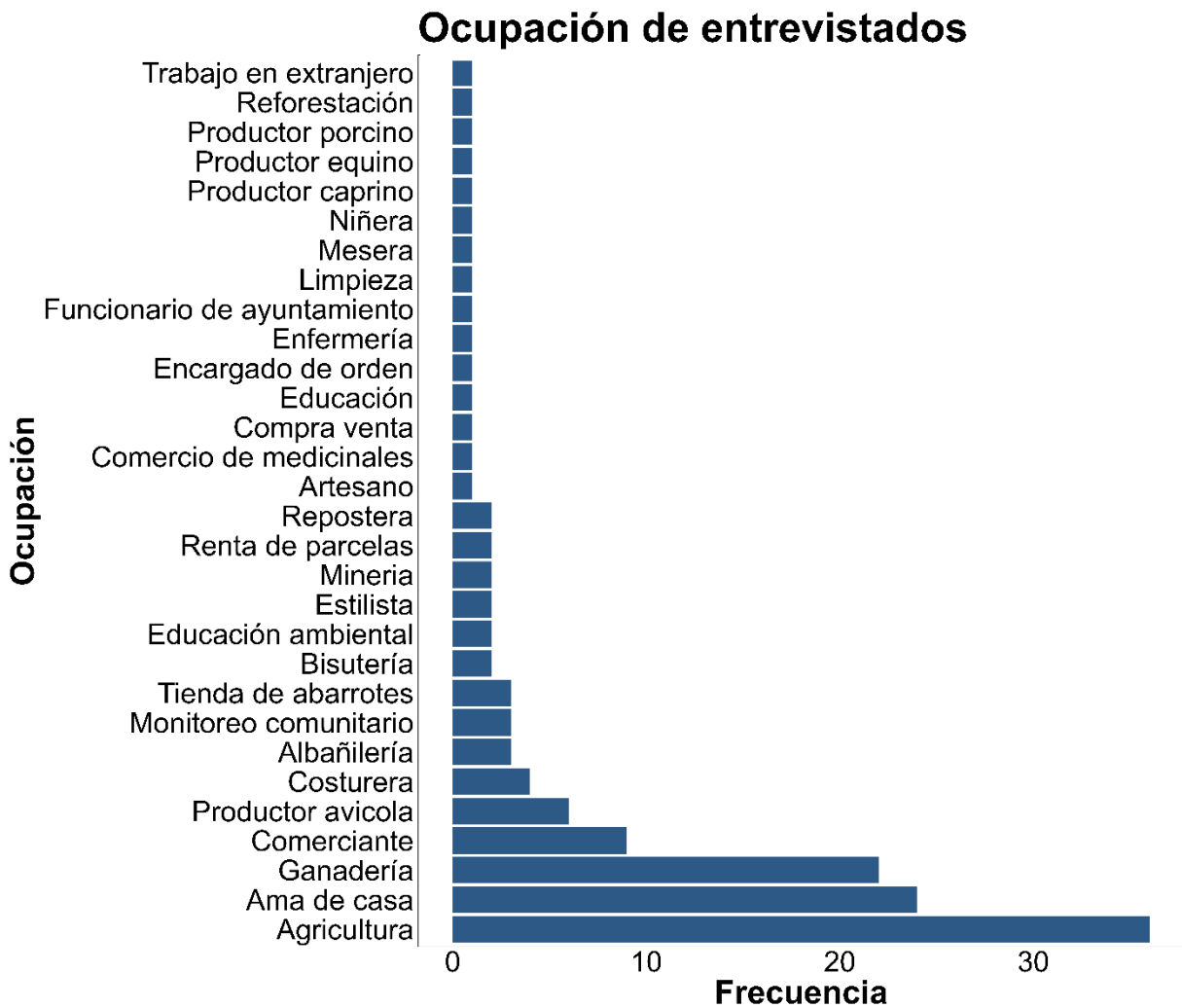


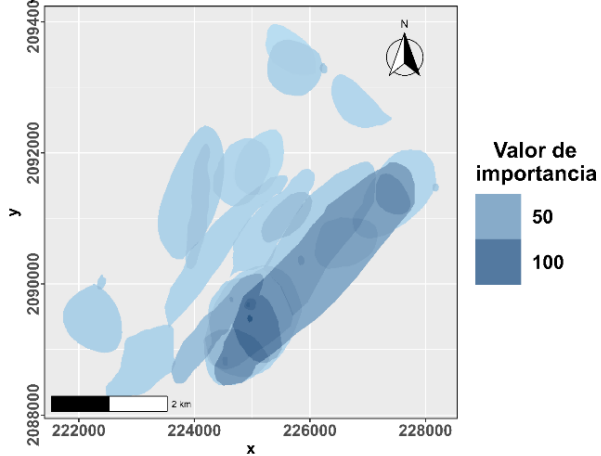
Figura 3. Frecuencia (n) de los tipos de ocupación de los entrevistados de los cinco ejidos de la Microcuenca Poturo, Michoacán, México.

6.2 Patrones espaciales percibidos de los servicios ecosistémicos y de la biodiversidad más valorados en cada ejido

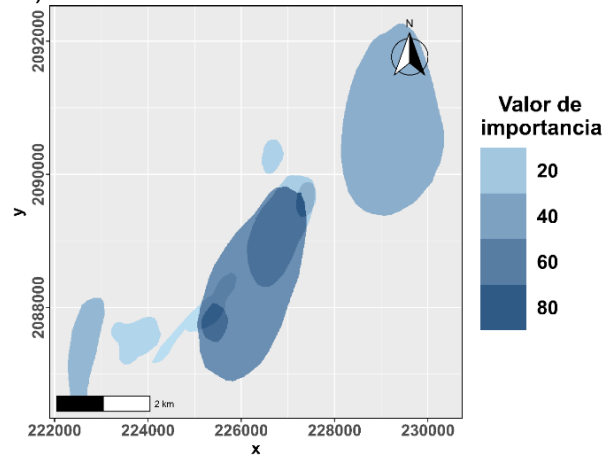
Obtuvimos un total de 500 mapas individuales a escala ejidal de los patrones espaciales percibidos de los SE y la biodiversidad. Los mapas ejidales individuales proporcionaron información detallada (pixel=49 m²) sobre los servicios ecosistémicos y la biodiversidad que se encuentran en los ejidos de Potrero de Corpus, Ojo de Agua, Poturo, Juntas de Poturo y Santa Rosa. Las entrevistas individuales revelaron 1250 polígonos que contenían las áreas percibidas como más relevantes para los SE más importantes y la biodiversidad.

Los SE mapeados por los entrevistados fueron distintos y diversos (Fig. 4, anexo 4). Del total de 24 SE identificados, en los ejidos de Juntas de Poturo y Santa Rosa se mapearon 23 servicios, en Potrero de Corpus 21 servicios, para Poturo 20 SE, mientras que para Ojo de Agua fueron 19. La biodiversidad fue mapeada en todos los ejidos.

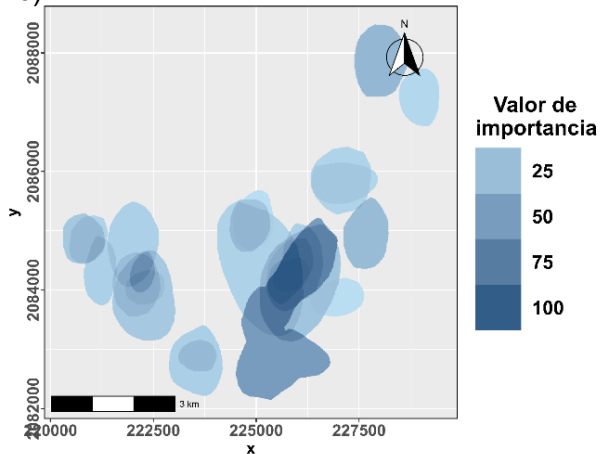
4a) Biodiversidad



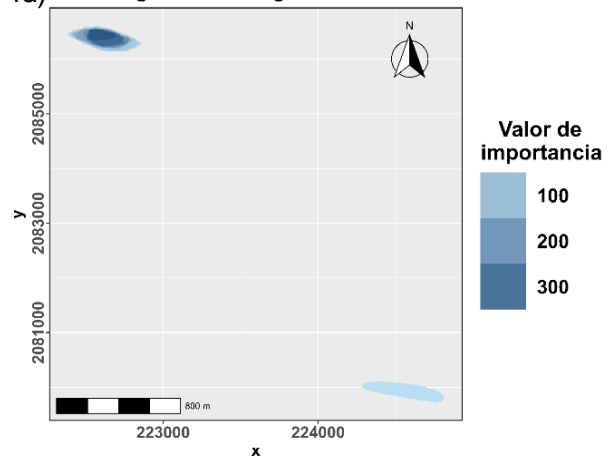
4b) SE de provisión de animales silvestres



4c) SE de provisión-agrícola de forraje



4d) SE de regulación de agua



4e) SE cultural de patrimonio

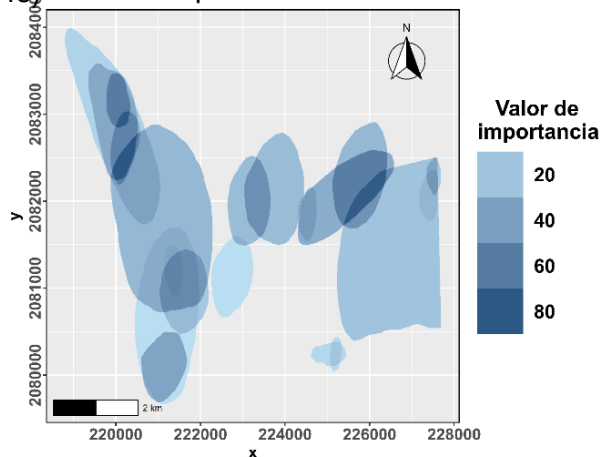


Figura 4. Ejemplos de los patrones espaciales percibidos de los servicios ecosistémicos (SE) y de la biodiversidad más valorados para cada ejido: 4a) Biodiversidad en Potrero de Corpus, 4b) SE provisión de animales silvestres en Ojo de Agua, 4c) SE agrícola de forraje en Poturo y 4d) SE de regulación de agua en Santa Rosa y 4e) SE cultural de patrimonio en Juntas de Poturo .

6.3 Paquetes de servicios ecosistémicos y biodiversidad por ejido

6.3.1 Ejido de Potrero de Corpus

Los habitantes del ejido Potrero de Corpus identifican tres paquetes contrastantes para el suministro de SE y biodiversidad: 1) las comunidades, vinculadas a los servicios de provisión, 2) el malpaís, vinculado a los servicios de provisión-agrícola y 3) las áreas comunes-parcelas, vinculadas con la biodiversidad (Fig. 5a).

El primer paquete (comunidades y provisión) comprende dos áreas, ocupadas por las dos comunidades del ejido: Potrero de Corpus y El Chocolate. Estas áreas son reconocidas principalmente por su contribución al suministro de servicios agrícolas en particular de huerto-hortalizas y árboles frutales (VI= 103, 81), el servicio cultural de educación ambiental (VI= 80) y el servicio de provisión de plantas medicinales (VI= 70). En este paquete los servicios de regulación y la biodiversidad presentaron valores intermedios (VI<40) (Fig. 5b).

El segundo paquete (malpaís y agricultura) dividido en tres áreas, abarca el área del malpaís, donde los servicios agrícolas son los más relevantes, en particular la milpa (VI= 97), seguido por los servicios de regulación de fertilidad del suelo y la calidad del aire (VI= 63, 61). Con menor importancia, se muestran los servicios de leña y minerales para la categoría de provisión (VI= 52, 50) y el patrimonio para la categoría cultural (VI= 44). La biodiversidad presenta valores intermedios en este paquete (VI= 44) (Fig. 5c).

El paquete tres (uso común-parcelas y biodiversidad) dividido en dos áreas, comprende la mayor superficie y abarca las áreas parceladas y de uso común dentro y fuera del ejido (Fig. 5a). La biodiversidad en este paquete tiene los valores más altos de valor de importancia (VI= 136), seguido por los servicios de regulación, en particular por la fertilidad del suelo y calidad del aire (VI= 63, 60) y el servicio agrícola de la milpa (VI= 81). Con una importancia intermedia se observan los servicios de provisión como leña, minerales y animales silvestres (VI= 52, 50, 46) y los servicios culturales como patrimonio y ecoturismo (VI= 58, 51) (Fig. 5d).

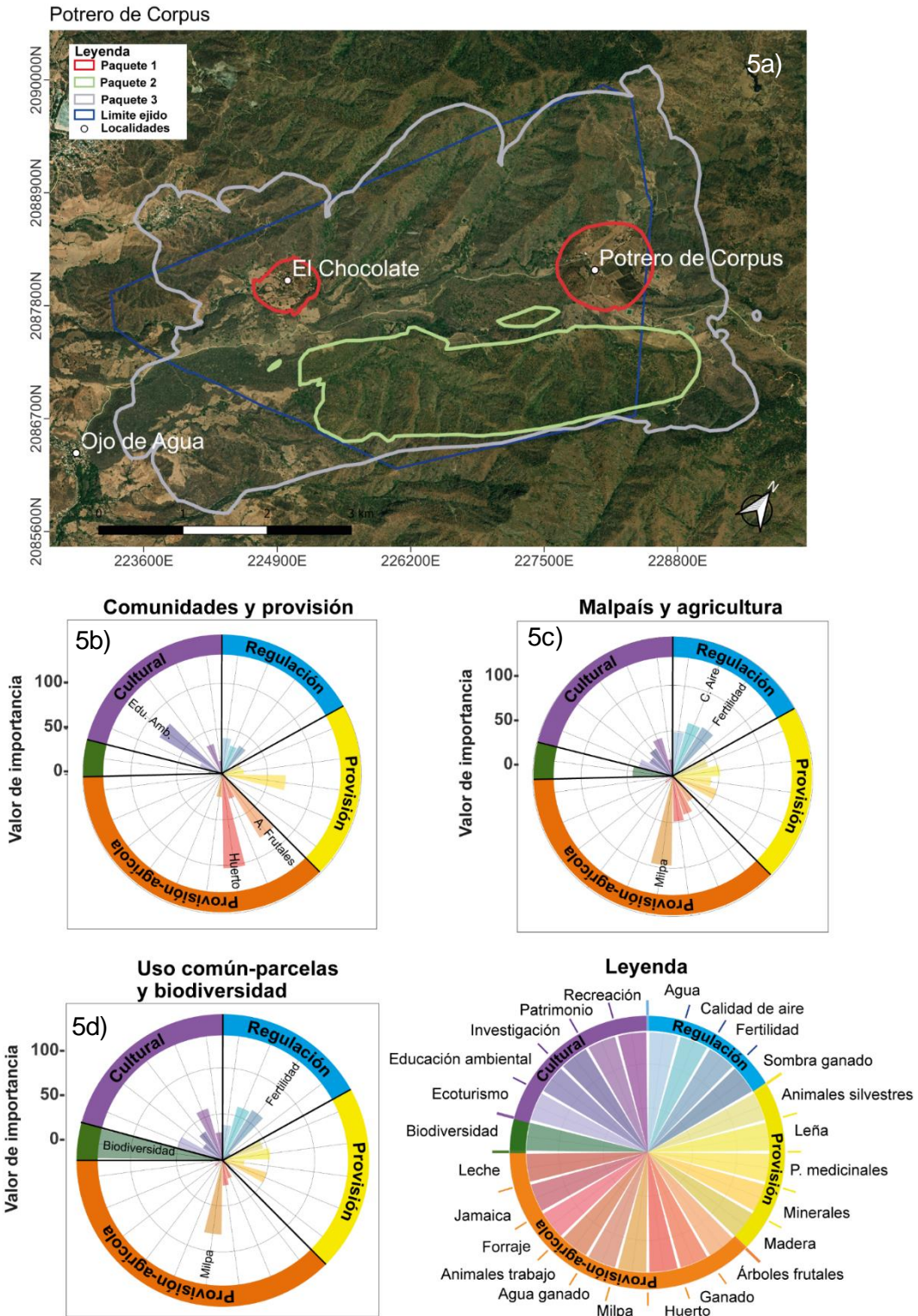


Figura 5. Resultados de paquetes de servicios ecosistémicos (SE) del ejido Potrero de Corpus. El mapa ilustra los paquetes de SE y biodiversidad (5a). Los diagramas de rosa de los vientos (5 b, c y d) ilustran los paquetes de SE y biodiversidad resultantes del análisis de conglomerados a escala ejidal. Cada barra corresponde al valor de importancia de los servicios ecosistémicos y biodiversidad encontrados dentro de cada paquete.

6.3.2 Ejido de Ojo de Agua de Poturo

Los habitantes de Ojo de Agua identifican dos paquetes para el suministro de SE y biodiversidad: 1) la comunidad, caracterizada por el servicio de huerto-hortalizas y servicios culturales; y 2) el uso común-malpaís, vinculado con el servicio de Educación Ambiental (Fig. 6a). En general para este ejido los servicios ecosistémicos más valorados poseen muy alto valor de importancia.

El paquete 1 (comunidad y culturales) comprende el área ocupada por la comunidad de Ojo de Agua, parcelas y una fracción del malpaís, así como el manantial. En este paquete se suministran servicios de las cuatro categorías: los servicios agrícolas huerto-hortalizas, milpa y árboles frutales (VI= 329,187, 143), los servicios de regulación de calidad del aire y agua (VI= 259, 243), los servicios culturales la educación ambiental, recreación e investigación (VI= 223, 140, 108), y el servicio de provisión de plantas medicinales (VI= 151). La biodiversidad tuvo valores altos para este paquete (VI= 190) (Fig. 6b).

El paquete 2 (uso común-malpaís) comprende las áreas de uso común y parcelas dentro del ejido, pero también abarca el malpaís perteneciente al ejido de Potrero de Corpus. Los SE suministrados en este paquete son: el servicio cultural de educación ambiental (VI= 197); los servicios de regulación representados por calidad del aire y el agua (VI= 192, 173); el agrícola de huerto-hortalizas (VI=176); y el servicio de provisión de madera (VI=104). La biodiversidad presentó valores altos de importancia (VI= 148) (Fig. 6c).

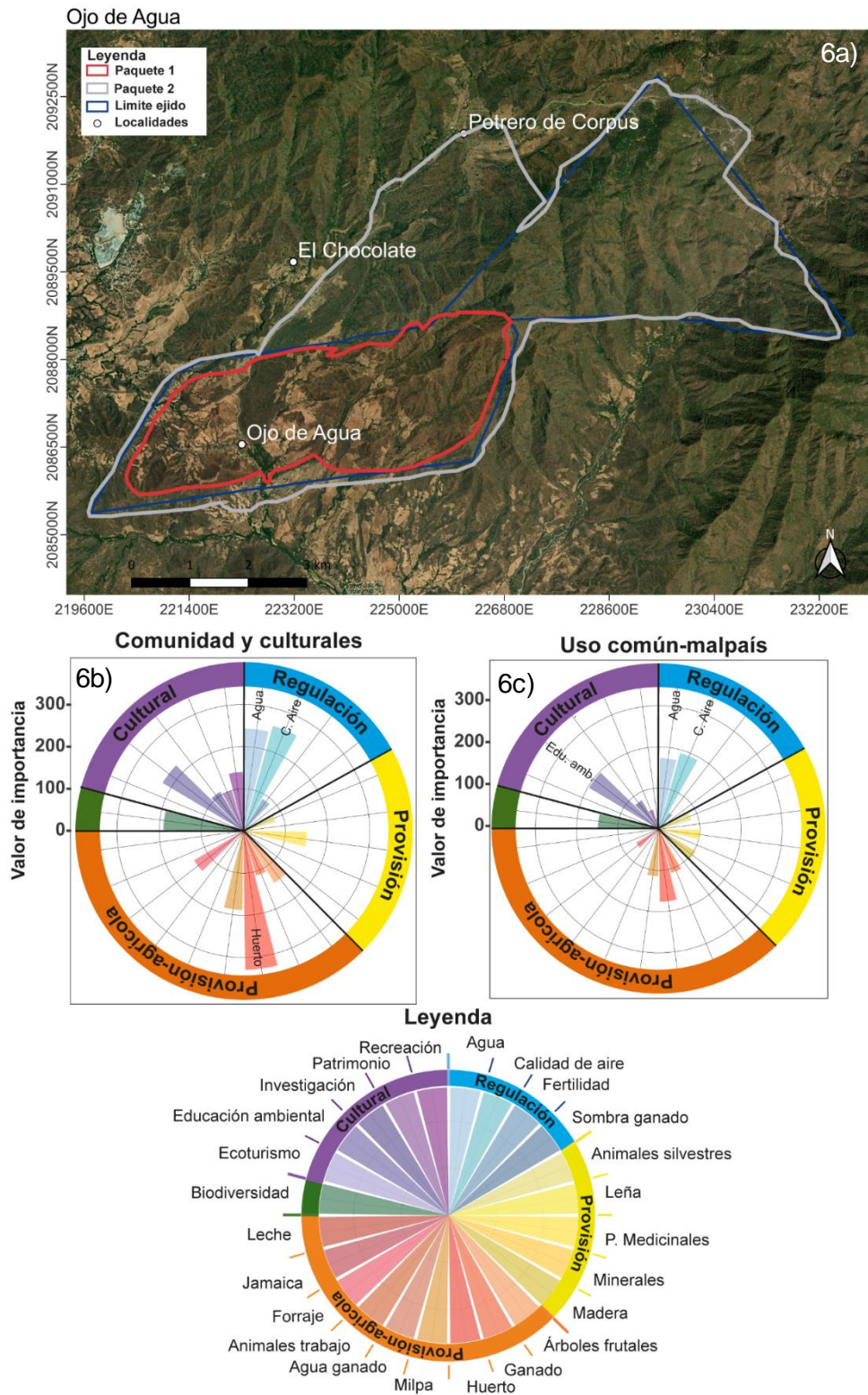


Figura 6. Resultados de paquetes de servicios ecosistémicos (SE) del ejido Ojo de Agua. El mapa ilustra los paquetes de SE y biodiversidad (6a). Los diagramas de rosa de los vientos (6 b y c) ilustran los paquetes de SE y biodiversidad resultantes del análisis de conglomerados a escala ejidal. Cada barra corresponde al valor de importancia de los servicios ecosistémicos y biodiversidad encontrados dentro de cada paquete.

6.3.3 Ejido de Poturo

En el Ejido de Poturo se identifican tres paquetes contrastantes de SE y biodiversidad: 1) las comunidades, vinculadas al servicio de Agua, 2) los potreros y parcelas vinculados al servicio de Patrimonio y servicios agrícolas, 3) el uso común, vinculado a los servicios de regulación (Fig. 7a). En este ejido, el servicio de patrimonio es el más valorado en todo el territorio estando presente en los tres paquetes y con valores de importancia elevados. Por otro lado, la biodiversidad presentó valores de importancia intermedios (VI= 16-45).

El paquete 1 (comunidades y agua) comprende dos áreas, la localidad de Poturo y la comunidad y manantial de Ojo de Agua. Estas áreas son reconocidas principalmente por el suministro del servicio de regulación de agua (VI= 255), el servicio agrícola de árboles frutales (VI= 168), así como, el servicio cultural de patrimonio (VI= 118). La biodiversidad y los SE de provisión tuvieron valores de importancia bajos para este paquete (VI=20) (Fig. 7b).

El paquete 2 (potreros y patrimonio) abarca dos áreas, y se ubican en la zona parcelada del ejido. El servicio cultural de patrimonio tiene mayor relevancia (VI= 189). De igual manera los servicios agrícolas son suministrados en este paquete, como la jamaica, el forraje, árboles frutales y agua para ganado (VI= 119, 105, 102, 87). El servicio de regulación con mayor valor de importancia es la fertilidad del suelo (VI= 111), mientras que el servicio de provisión más valorado son las plantas medicinales (VI= 62). La biodiversidad tuvo un valor de importancia bajo (VI=16) (Fig. 7c).

El paquete 3 (uso común y regulación) abarca mayor superficie del ejido dividido en tres áreas: el área de uso común del ejido, y partes de los ejidos de Ojo de Agua y Juntas de Poturo. Los servicios de regulación de fertilidad del suelo y calidad del aire son los más importantes en este paquete (VI= 136, 97), seguidos por el servicio cultural de patrimonio (VI= 82), los servicios agropecuarios de forraje, agua para ganado, y el ganado (VI= 70, 67, 64) y los servicios de provisión de las plantas medicinales y los animales silvestres (VI= 62, 61). La biodiversidad tuvo un valor de importancia de 45 (Fig. 7d).

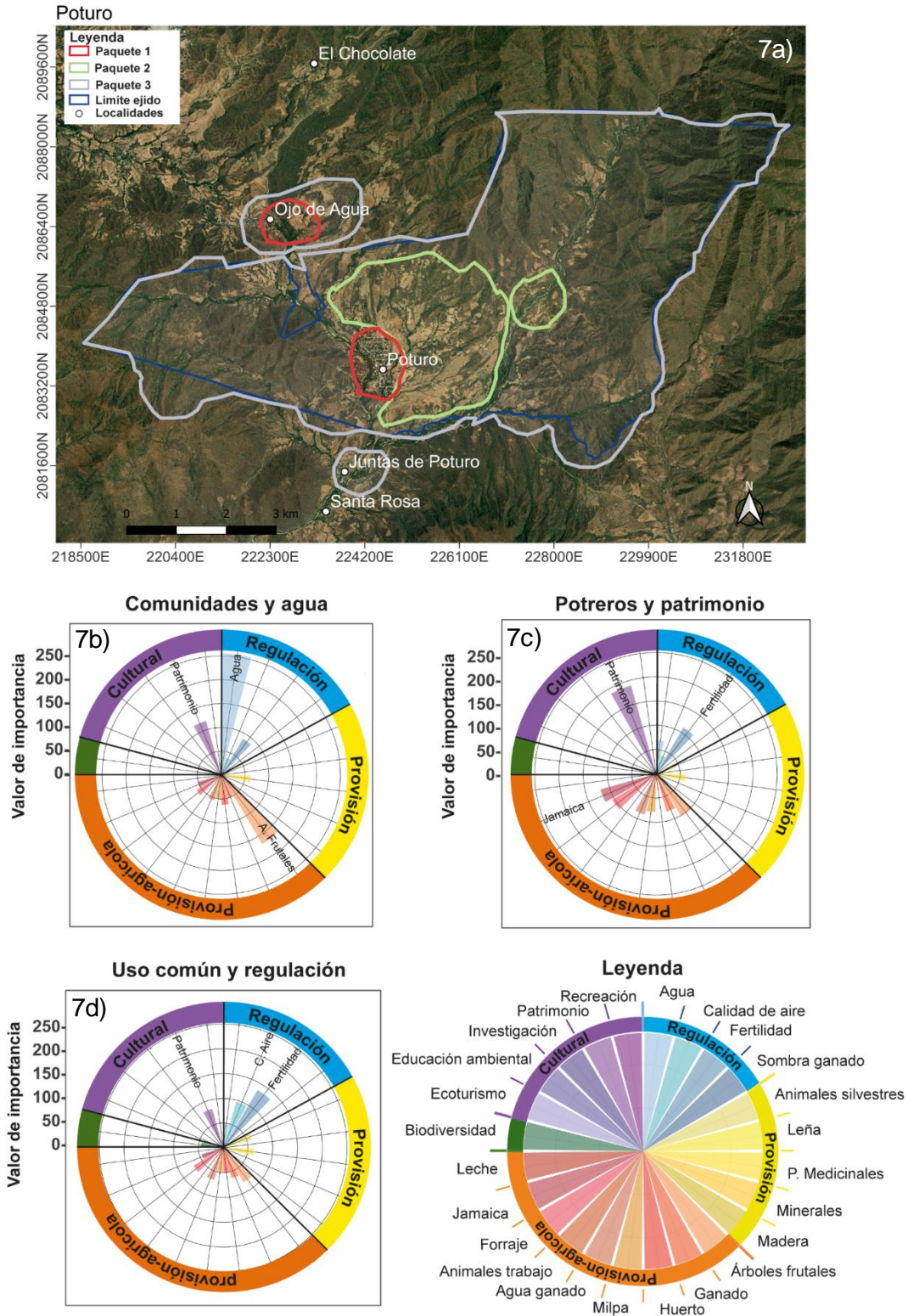


Figura 7. Resultados de paquetes de servicios ecosistémicos (SE) del ejido Poturo. El mapa ilustra los paquetes de SE y biodiversidad (7a). Los diagramas de rosa de los vientos (7 b, c y d) ilustran los paquetes de SE y biodiversidad resultantes del análisis de conglomerados a escala ejidal. Cada barra corresponde al valor de importancia de los servicios ecosistémicos y biodiversidad encontrados dentro de cada paquete.

6.3.4 Ejido de Juntas de Poturo

Los habitantes del ejido Juntas de Poturo identifican dos paquetes contrastantes para el suministro de SE y biodiversidad: 1) las comunidades (Juntas de Poturo, Santa Rosa y Poturo) y el manantial del ejido de Ojo de Agua, vinculadas al servicio de regulación de agua y servicios agrícolas, y 2) Los Tules, vinculados con servicios de múltiples categorías, principalmente, forraje, calidad del aire y con la biodiversidad (fig. 8a).

El paquete 1 (comunidades-uso común y agua) comprende tres áreas: uso común del ejido de Juntas de Poturo, las comunidades de Juntas de Poturo y Santa Rosa, la localidad de Poturo y el manantial de Ojo de Agua. El servicio de regulación agua es determinante para este paquete (VI= 350). Servicios agrícolas como: la jamaica, milpa, árboles frutales y agua para ganado, también son suministrados por este paquete (VI= 152, 129, 120 y 98, respectivamente). El servicio de madera fue el de mayor valor de importancia entre los servicios de provisión (VI= 79), mientras el servicio de recreación fue el de mayor valor entre los servicios culturales (VI= 100). La biodiversidad tuvo valores bajos de importancia para este paquete (VI= 65) (Fig. 8b).

El paquete 2 (Los Tules y forraje) abarca desde la zona conocida como la Joya de los Tules hasta el Cerro del Pedregoso, en ella se ubican tanto parcelas como áreas de uso común. Este paquete suministra servicios de las diferentes categorías como forraje y leche (servicios agropecuarios; VI= 199 y 92), calidad del aire y sombra para ganado (servicios de regulación; VI= 137 y 73), animales silvestres (servicios de provisión; VI= 109); y educación ambiental y patrimonio (servicios culturales; VI= 93 y 81). La biodiversidad aparece con niveles altos de valor de importancia (IVI= 133) (Fig. 8c).

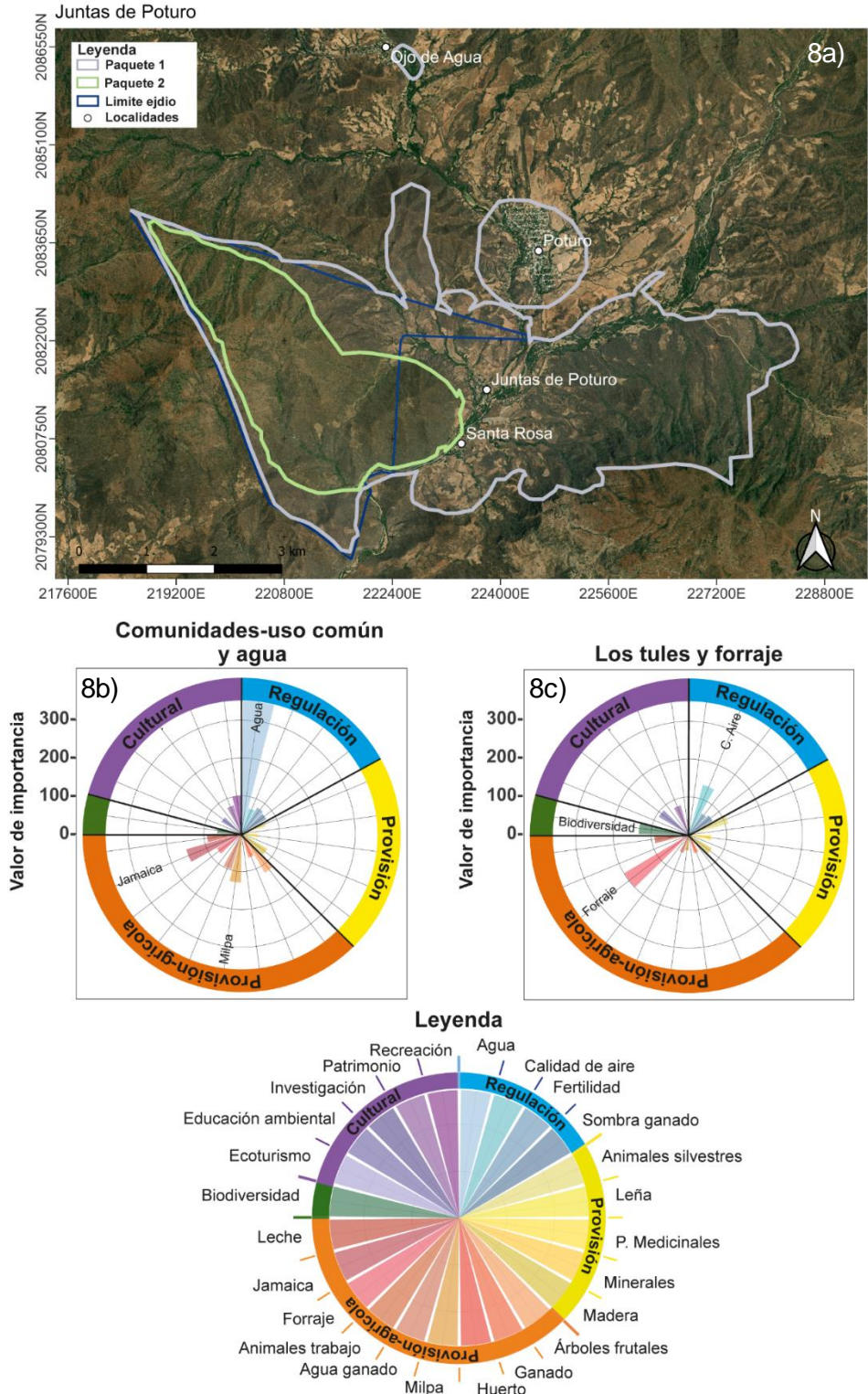


Figura. 8. Resultados de paquetes de servicios ecosistémicos (SE) del ejido Juntas de Poturo. El mapa ilustra los paquetes de SE y biodiversidad (8a). Los diagramas de rosa de los vientos (8 b y c) ilustran los paquetes de SE y biodiversidad resultantes del análisis de conglomerados a escala ejidal. Cada barra corresponde al valor de importancia de los servicios ecosistémicos y biodiversidad encontrados dentro de cada paquete.

6.3.5 Ejido de Santa Rosa

Los habitantes del ejido Santa Rosa identifican dos paquetes de SE y biodiversidad: 1) la comunidad de Santa Rosa y las parcelas, que se caracterizan por abastecer servicios agrícolas, y 2) el uso común, el manantial de Ojo de Agua y áreas del ejido de Juntas de Poturo, que está determinado por el servicio del agua (Fig. 9a).

El paquete 1 (Comunidad-parcelas y agropecuarios) engloba la localidad de Santa Rosa y sus parcelas. Este paquete suministra servicios agrícolas como: milpa, animales de trabajo, leche, árboles frutales y jamaica (VI= 300, 274, 250, 216 y 183, respectivamente), el servicio de provisión de plantas medicinales (VI= 228), el servicio de regulación de calidad del aire (VI= 170), y el servicio cultural de patrimonio (VI= 103). La biodiversidad por su parte tuvo un valor de importancia medio (VI= 122) (Fig. 9b).

El paquete 2 (Uso Común y Agua) abarca la zona de uso común del ejido, áreas del ejido de Juntas de Poturo y el manantial de Ojo de Agua. En este paquete es reconocido principalmente por el suministro del servicio de regulación de agua (VI= 376). Suministra también múltiples servicios de las diferentes categorías como los servicios de árboles frutales y leche (servicios agropecuarios; VI= 216 y 200), plantas medicinales (servicios de provisión; VI= 180) y educación ambiental (servicios culturales; VI= 200). La biodiversidad presentó valores altos de importancia (VI= 189) (Fig. 9c).

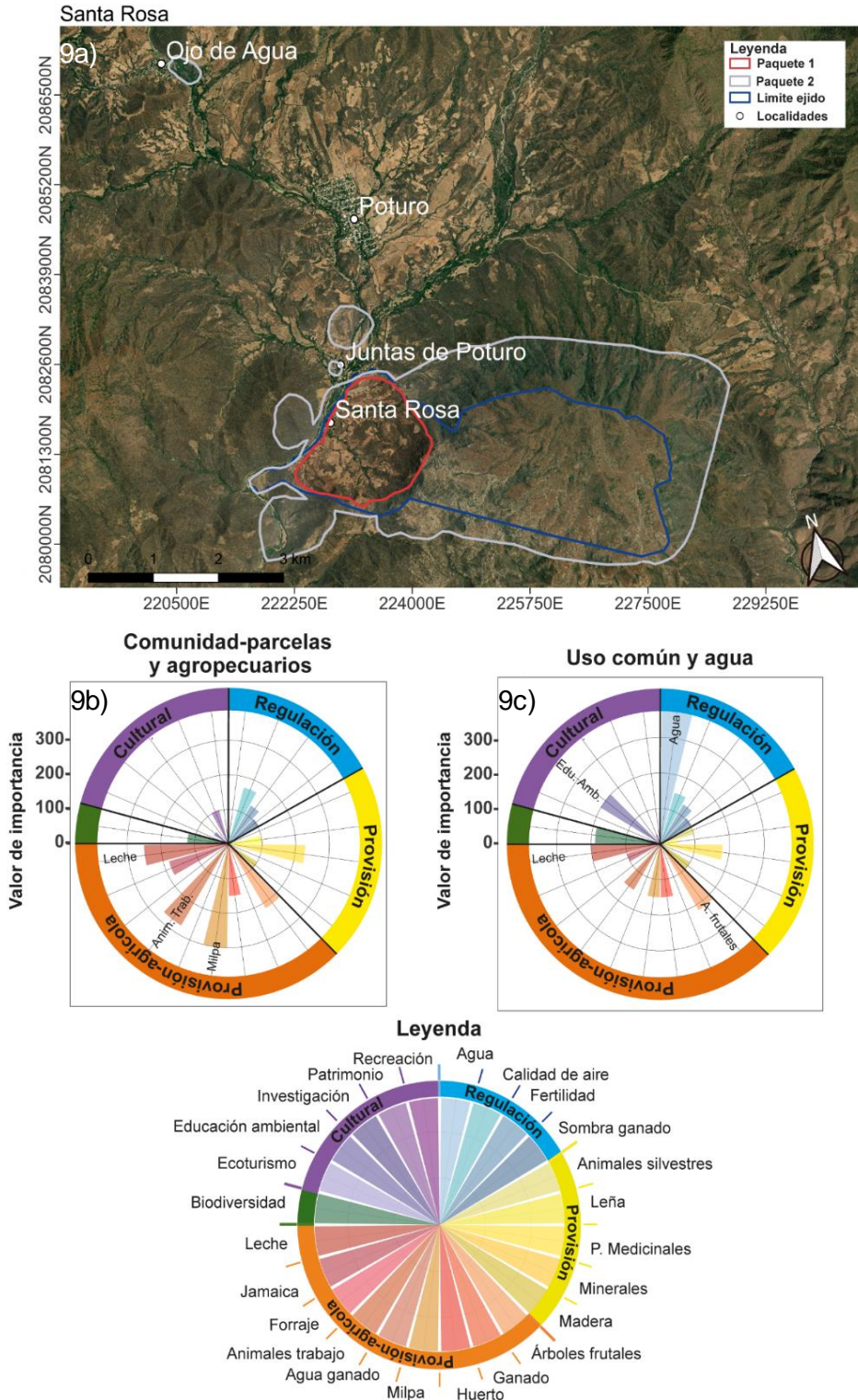


Figura 9. Resultados de paquetes de servicios ecosistémicos (SE) del ejido Santa Rosa. El mapa ilustra los paquetes de SE y biodiversidad (9a). Los diagramas de rosa de los vientos (9 b y c) ilustran los paquetes de SE y biodiversidad resultantes del análisis de conglomerados a escala ejidal. Cada barra corresponde al valor de importancia de los servicios ecosistémicos y biodiversidad encontrados dentro de cada paquete.

6.4 Razones de importancia otorgadas a las áreas más valoradas para los servicios ecosistémicos y la biodiversidad en la Microcuenca Poturo

Se identificaron un total de 21 razones de importancia atribuidas a las áreas para el suministro de SE y la biodiversidad (Cuadro 3). Las razones más dominantes fueron la accesibilidad al recurso y la abundancia del recurso, estas razones contaron con mayor frecuencia y presencia en todos los tipos de servicios ecosistémicos y en la biodiversidad. La tenencia de la tierra fue otra razón presente en todos los tipos de SE y en la biodiversidad. La razón con menor aparición en los SE y la biodiversidad fue la producción de aire (Fig. 10).

6.4.1 Panorama de las razones de importancia por categoría de SE y la biodiversidad en la Microcuenca Poturo

Las razones de importancia de las áreas más relevantes para los servicios de provisión-agrícolas fueron la abundancia del recurso, la tenencia de la tierra y la accesibilidad ya que presentaron la mayor frecuencia y número de apariciones entre los servicios ($n=8, 8, 8$); por otro lado, la razón menos citada en los servicios agrícolas fue la diversidad biológica ($n=1$). El servicio del cultivo de jamaica tuvo mayor diversidad de razones ($n=10$) destacándose el desarrollo agrícola como la razón con mayor frecuencia para este servicio ($n=13$). El servicio con menos razones citadas fue el de la leche ($n=5$). El SE agrícola de milpa destacó por presentar mayor frecuencia de razones de importancia ($n=75$; Fig. 10).

La accesibilidad, la densidad de vegetación y la tenencia de la tierra fueron las razones más citadas para servicios de provisión, estando presentes en cuatro de los cinco servicios para esta categoría. El servicio de animales silvestres tuvo mayor diversidad de razones ($n=9$), destacándose entre ellas la abundancia del recurso por presentar mayor frecuencia ($n=25$). Mientras que los minerales fue el servicio de provisión con menos diversidad de razones ($n=4$; Fig. 10).

En los servicios de regulación, la abundancia del recurso fue la razón citada en todos los servicios de esta categoría, otras razones muy citadas para esta categoría

fueron la accesibilidad y la densidad de vegetación (n= 3, 3 respectivamente). Los servicios con más diversidad de razones fueron la fertilidad del suelo y calidad del aire (n= 10, 10; Fig. 10).

Para los servicios culturales, la accesibilidad y las áreas conservadas fueron dos razones citadas en todos los servicios de esta categoría, otras razones que también fueron mencionadas fueron la abundancia del recurso y la densidad de la vegetación (n= 5, 5; Fig. 10). El SE cultural de patrimonio es el servicio que cuenta con mayor diversidad de razones de importancia (n=17). Las razones de importancia para el patrimonio son muy variadas y van desde el desarrollo económico, el soporte de la vida, la diversidad biológica y la densidad de población (Fig. 10).

Las áreas más importantes para la biodiversidad se asocian con diversas razones (n= 13), las tres más frecuentes fueron: densidad de vegetación, abundancia de recursos y diversidad biológica (n= 15, 13 y 7). Las razones de tenencia de la tierra, soporte de la vida, producción de aire, desarrollo comunitario y captación de agua sólo fueron mencionadas una vez cada una (Fig. 10).

Cuadro 3. Clasificación y ejemplos de razones asociadas a las áreas más importantes para cada servicio ecosistémico y la biodiversidad.

	Clasificación de razones de importancia	Ejemplos
1	Abundancia de recurso	"Ahí hay suficiente agua que abastece a 4 comunidades"
2	Accesibilidad	"Está cerca y parejo, las vacas no gastan tanta energía"
3	Áreas conservadas	"Hay muchos árboles, nunca se ha desmontado"
4	Belleza escénica	"Ahí los árboles son frondosos, hay un arrollo y es bonito"
5	Calidad de agua	"Es la única fuente de agua para consumo humano"
6	Captación de agua	"Esa zona mantiene las norias con agua"
7	Densidad de población	"Es la zona con más habitantes"
8	Densidad de vegetación	"Hay muchos árboles como bonete y mora"
9	Desarrollo agrícola	"En las parcelas es donde sembramos"
10	Desarrollo comunitario	"Ese lugar es un punto de reunión de la comunidad"
11	Desarrollo económico	"El maíz y la jamaica son importantes para la economía de la región"
12	Desarrollo ganadero	"El ganado se rota entre las parcelas y el uso común dependiendo de la temporada de lluvias y secas"
13	Diversidad biológica	"Hay mucha variedad de plantas y animales"
14	Diversidad medicinal	"En las casas podemos cuidar las plantas y tener variedad"
15	Factores físico-ambientales	"Es más alto y húmedo, se dan mejor las cosechas"
16	Producción de aire	"Hay pinos que producen aire"
17	Soporte de la vida	"Ahí está conservado y se obtienen todos los beneficios"
18	Tamaño del área	"El área conservada está más grande"
19	Tenencia de la tierra	"Esta mi parcela donde tengo muchos árboles"
20	Tierras fértiles	"Ahí se dan buenas cosechas"
21	Otros	"Ahí hay que hacer reforestaciones"

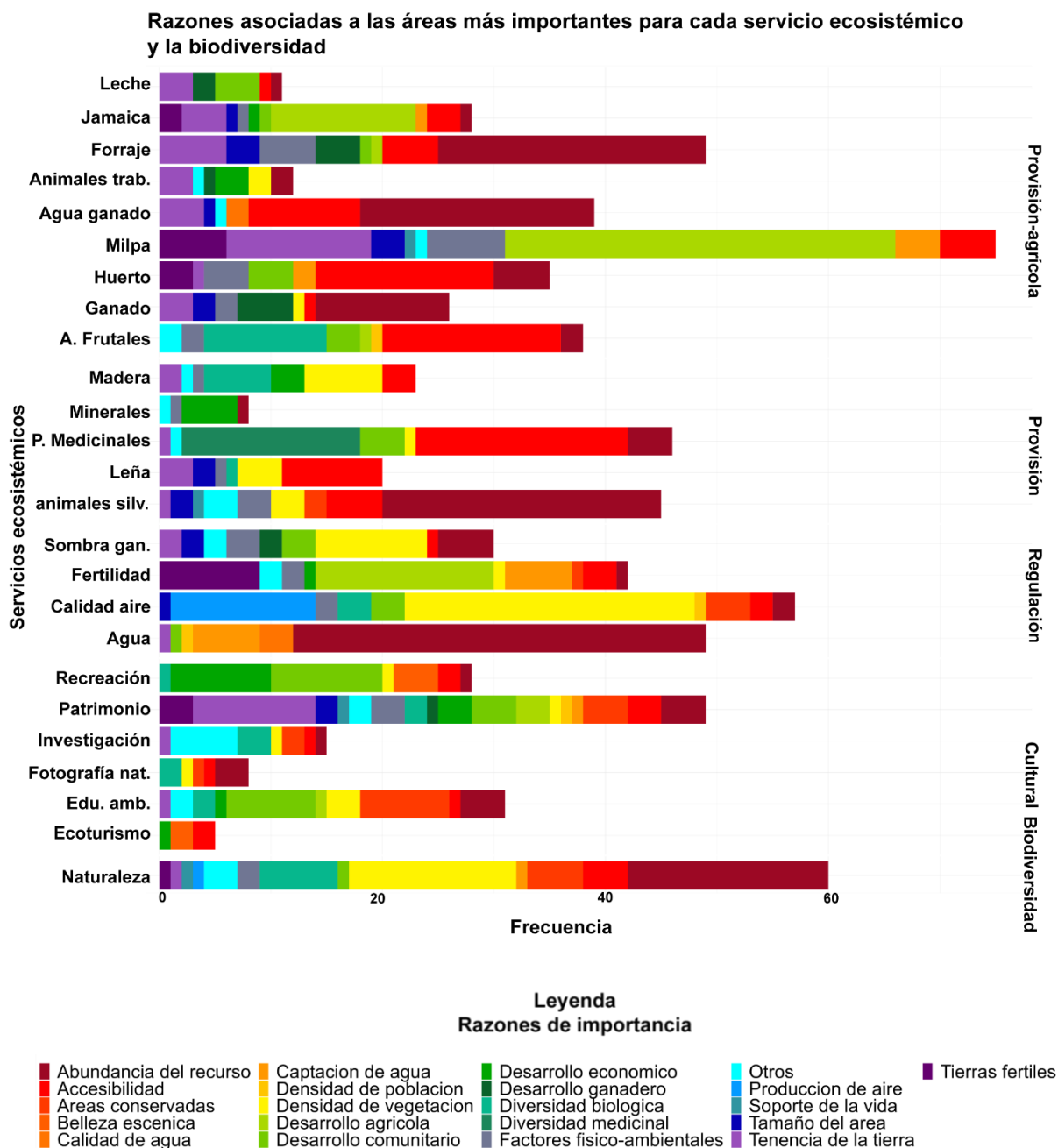


Figura 10. Frecuencia de las razones asociadas al área con mayor valor de importancia para cada servicio ecosistémico (SE) y la biodiversidad. Los SE se presentan agrupados en cuatro categorías (Provisión-agrícola, Provisión, Regulación y Cultural). Los colores representan las razones de importancia.

7. Discusión

Nuestros resultados demuestran que los patrones espaciales de los Servicios Ecosistémicos (SE) no son homogéneos a nivel de la Microcuenca. Existen SE que abarcan grandes extensiones del territorio (p. ej., SE de ganado), mientras que algunos otros se encuentran asociados a áreas muy específicas y reducidas (p.ej., SE de regulación de agua). Así mismo, existen áreas reducidas del territorio que se asocian a una gran diversidad de SE. También, la percepción espacial de servicios como calidad de aire, agua y algunos de los servicios de provisión-agrícola, en general, pueden estar asociados a cualquier territorio dentro de la Microcuenca, independientemente de los límites geográficos de los ejidos a los que pertenecen los entrevistados. La percepción de los habitantes de la Microcuenca coincide en que: 1) las comunidades y los bosques son prioritarios para los SE culturales y de provisión-agrícola; 2) la accesibilidad y la abundancia del SE son las razones más determinantes en la valoración espacial de los servicios de provisión y de provisión-agrícola; y 3) no hay un patrón en las razones que determinan la valoración de los servicios culturales, siendo estas muy diversas.

La amplia distribución espacial de servicios como ganado y forraje está relacionada al tipo de manejo ganadero de los ejidos. En Potrero de Corpus, Ojo de Agua de Poturo, Juntas de Poturo y Santa Rosa el ganado se maneja mediante un sistema de rotación entre las parcelas o casas de las personas en la temporada seca del año y las áreas de uso común (predominadas por la selva baja caducifolia) en temporada de lluvias. Estas áreas proveen agua y alimento al ganado, así como refugio. En contextos donde las actividades agrícolas y ganaderas son principalmente de subsistencia, este tipo de manejo es común (Pérez *et al.*, 2003; Vilaboa y Díaz, 2009; Fagerholm, 2012), en contraste, en áreas donde el manejo ganadero es más extensivo, como en el ejido de Poturo, la agricultura toma menos relevancia y los costos invertidos en el mantenimiento del ganado son mayores (Aguilar, 2012). Así, manejar el ganado de manera colectiva, como se realiza en los ejidos de Santa Rosa, Poturo y Juntas de Poturo trae beneficios conjuntos, una vez que les permite ahorrar dinero en alimento y la fuerza de trabajo para el cuidado de los animales se aporta de

manera grupal (Vilaboa y Díaz, 2009; Aguilar, 2012). Otros servicios que pueden también mostrar distribuciones extendidas son la calidad del aire y la fertilidad. Dichos SE son asociados a las áreas naturales y zonas de uso común, siendo reconocidos como de importancia para todos los habitantes de la Microcuenca. Los servicios de regulación dependen del buen funcionamiento de los ecosistemas, por lo que su relación con los ambientes naturales es fundamental (Reilly, 2018; Garcia-Nieto *et al.*, 2019).

Por otro lado, en el caso de los SE con patrones espaciales muy específicos y localizados, como el agua, los factores biofísicos como; la calidad del agua y su disponibilidad son mucho más determinantes para la percepción de los actores. Esos factores son especialmente importantes en zonas con baja precipitación y marcada estacionalidad (Fagerholm *et al.*, 2019; Karimi *et al.*, 2020; Sharafatmandrad y Khosravi, 2021), como la zona estudiada, donde las fuentes de agua son mucho más restringidas. En la Microcuenca, dos sitios específicos son identificados como clave para la provisión hídrica: el manantial del ejido de Ojo de Agua de Poturo y el malpaís. El manantial es identificado como la única fuente directa de agua potable para cuatro de los cinco ejidos (Ojo de Agua de Poturo, Poturo, Juntas de Poturo y Santa Rosa), mientras que el malpaís es identificado como el área más relevante para la captación e infiltración de agua. La alta valoración de estos dos sitios está asociada a que ellos suministran un servicio esencial a la subsistencia y soporte de la vida (Paudyal *et al.*, 2015; Montañes, 2018, Fagerholm *et al.* 2012). Por lo tanto, los habitantes de todo el territorio de la Microcuenca muestran un interés notable en la conservación del manantial y del malpaís compartido entre los ejidos de Ojo de Agua y Potrero de Corpus.

El contraste entre áreas restringidas que concentran una gran variedad de servicios ecosistémicos y biodiversidad (por ejemplo, el malpaís en Potrero de Corpus y Ojo de Agua, Los Tules en Juntas de Poturo y el área de uso común de Santa Rosa) y aquellos servicios que no se restringen a los límites ejidales (como la calidad del aire, el agua y los servicios agrícolas), refleja la complejidad del manejo de los recursos en la Microcuenca. Los dueños del territorio buscan sinergias entre los SE y la

biodiversidad para garantizar sus formas de vida y subsistencia, lo que genera paisajes complejos y heterogéneos, que incluso pueden suministrar un mayor número de SE que los paisajes compuestos exclusivamente de áreas naturales (Paudyal *et al.*, 2015; Palomo *et al.*, 2013; Karimi *et al.*, 2020; Moreno *et al.*, 2013). Identificar los puntos de coexistencia entre la biodiversidad y los SE es útil para la planificación espacial de la región, ya que estas zonas podrían estar sometidas a futuros conflictos por el uso de suelo (Ruiz-Frau *et al.*, 2013; Raymond *et al.*, 2009). Además, la percepción de ciertos beneficios a nivel de Microcuenca puede estar muy relacionados al sistema ejidal de tenencia de la tierra (sistema de propiedad semi-colectivo), que es común en México. Estos factores pueden influir en la percepción de los habitantes en la que buscan un beneficio para las personas de toda la región y que existen servicios que no se restringen a límites específicos, sino, que están más ligados a un sistema en buen funcionamiento (Reilly *et al.*, 2018).

Debido a este uso colectivo del territorio, los bosques adquieren una importancia aún mayor, ya que en ellos confluyen SE de las cuatro categorías: provisión (e.g., plantas medicinales y animales silvestres), regulación (e.g., calidad de aire), servicios culturales (e.g., patrimonio y educación ambiental) y agrícolas (e.g., forraje). Esto demuestra que las comunidades valoran las áreas naturales tanto por los servicios materiales como los servicios no materiales, (Raymond *et al.*, 2009; Fagerholm *et al.*, 2012; Rall *et al.*, 2017; Plieninger *et al.* 2018; Karimi *et al.*, 2020). El tipo de manejo del territorio de la Microcuenca refleja también como muchos SE son coproducidos por las personas y la naturaleza y que estos servicios son indispensables para garantizar los medios de vida y las necesidades de las personas que la habitan (Huntsinger y Oviedo 2013; Baro *et al.* 2016; Brummer *et al.*, 2017; Plieninger *et al.*, 2019).

La accesibilidad y abundancia del recurso influyen significativamente en la valoración espacial de los SE, especialmente de aquellos materiales. En la Microcuenca el relieve accidentado y la escasa red de caminos condicionan a las personas a utilizar los servicios más accesibles, haciendo que estas áreas sean más visitadas y conocidas que aquellas de difícil acceso o con baja disponibilidad de

recurso (Klain y Chan, 2012; Reilly *et al.*, 2018; Jaligot *et al.*, 2019). Así, servicios como los árboles frutales y los huertos adquieren especial importancia, ya que suelen encontrarse en los patios de las casas o en huertos comunitarios. Además, estos tienen una mayor relevancia teniendo en cuenta que la región enfrenta episodios de inseguridad constantes y bloqueo en las vías de tránsito, que dificultan el acceso a insumos básicos por periodos prolongados. La gestión de estos espacios contribuye no solo a la sostenibilidad ambiental, sino también a la seguridad alimentaria y la autosuficiencia de las comunidades (FAO, 2024; Bernard *et al.*, 2011; Plieninger *et al.*, 2013; Zhang *et al.*, 2016; Fagerholm *et al.*, 2016; Fagerholm *et al.*, 2019).

Sin embargo, la accesibilidad no se limita a los servicios de provisión. La educación ambiental, por ejemplo, también es un servicio que tiende a estar espacialmente vinculado a las comunidades, siendo altamente valorada por su papel en la conservación de servicios ecosistémicos esenciales y en la protección de los medios de vida locales. En la Microcuenca, existe un fuerte sentido de pertenencia, colectividad y resiliencia que se manifiesta en el interés comunitario por preservar el entorno natural y cultural. Este valor se ve fortalecido por iniciativas locales como la influencia de la asociación civil “Guacamayas Calentanas”, originaria de la comunidad de El Chocolate en el ejido Potrero de Corpus. Guacamayas Calentanas desempeña un papel clave en la conservación de la guacamaya verde (*Ara militaris*) mediante el monitoreo comunitario, la restauración ecológica y la colaboración con instituciones académicas. Además, imparte talleres de educación ambiental, fomentando la conservación y la responsabilidad compartida en las comunidades de la Microcuenca. Estas acciones en su conjunto fortalecen el tejido social y el intercambio de saberes, consolidando esfuerzos colectivos para la preservación de los recursos naturales y culturales para generaciones futuras (Daily, 1997; Berkes y Folke 2000; Fagerholm *et al.*, 2016; zoderer *et al.*, 2019).

Las razones asociadas a los servicios culturales muestran una gran diversidad. Esta variedad se debe a que cada individuo puede percibir y valorar estos servicios de manera diferente, dependiendo de factores como la cultura, las experiencias personales, su interacción con el entorno o sus necesidades específicas (Palomino *et*

al., 2019; Chan *et al.*, 2012). Un ejemplo de esta diversidad son las razones asociadas al servicio de patrimonio. El nivel socioeconómico y la forma de manejo agrícola pueden ser determinantes en la valoración espacial de este servicio. En los ejidos de Potrero Corpus, Ojo de Agua de Poturo y Santa Rosa, donde la agricultura de subsistencia es una actividad principal, el patrimonio asociado con las parcelas se valora por su aporte al bienestar social y ser fuente de sustento para las próximas generaciones. Esto refleja el papel central que juegan las zonas agrícolas en la construcción de identidades y en la continuidad de prácticas tradicionales (Medina-Calderón, 2025). En contraste, en el ejido de Poturo, donde las actividades agrícolas y ganaderas son más extensivas, el patrimonio vinculado a las parcelas y a la comunidad se valora principalmente por su función como soporte económico y su capacidad de generar empleo (Medina-Calderón, 2025). Por lo tanto, en los bosques, el servicio de patrimonio se asocia con su capacidad para proveer servicios ecosistémicos vitales (Medina-Calderón, 2025). Estos ejemplos muestran cómo la percepción y valoración de los servicios culturales están profundamente influidas por el contexto sociocultural y productivo de cada ejido. La heterogeneidad de razones atribuidas a las áreas relevantes para los servicios, así como, los retos que implica su mapeo, han sido factores que han limitado el desarrollo de investigaciones enfocadas en este tema. Las pocas investigaciones existentes se han enfocado principalmente en los servicios de recreación y ecoturismo (Wolff, *et al.*, 2015; Nahuelhual, *et al.*, 2014; van Berkel y Verburg, 2014). Identificar las áreas relevantes para un mayor número de servicios culturales que interactúan en los socioecosistemas, así como la diversidad de razones asociadas a estas áreas y su relación con los servicios materiales, nos permite comprender mejor la riqueza y complejidad de las relaciones humanas con el medio ambiente (Cordoves & Vallejos, 2018).

8. Conclusiones

Las percepciones espaciales de los SE y la biodiversidad están estrechamente vinculados a los medios de vida de los actores locales. En la Microcuenca Poturo, las áreas que proveen servicios fundamentales para el sustento estas comunidades son las más valoradas. La gestión colectiva del territorio por parte de comunidades campesinas influye significativamente en la percepción y relación con los servicios ecosistémicos (SE) y la biodiversidad. Este modelo de manejo promueve sinergias entre el suministro de SE vitales y la conservación de zonas naturales, generando paisajes heterogéneos capaces de ofrecer una gran diversidad de servicios.

Esta visión colectiva también amplía la noción de límites y fronteras territoriales. Al compartir servicios y valores culturales, los habitantes buscan beneficios regionales, lo que se refleja en prácticas comunitarias como los trabajos colectivos para conservar servicios esenciales como el agua. Aunque existen elementos culturales comunes entre los habitantes de la Microcuenca, cada ejido posee una identidad sociocultural y biofísica particular, lo que explica las diferencias en la percepción de ciertos servicios. Estas particularidades apuntan una necesidad de considerar diferentes escalas de evaluación y de aplicación de políticas públicas para manejo de los territorios, buscando garantizar la aminoración de conflictos y maximizar los beneficios y bienestar para las comunidades.

El enfoque participativo del estudio permitió integrar esta diversidad de percepciones espaciales sobre los servicios ecosistémicos y la biodiversidad. La metodología empleada fue inclusiva, al considerar de manera equitativa las perspectivas de hombres y mujeres, así como de personas con distintas condiciones de tenencia de la tierra (ejidatarios, poseionarios y avecindados), edades, niveles educativos, ocupaciones, condiciones socioeconómicas y capacidades físicas. Esta diversidad enriqueció el análisis y permitió generar resultados sensibles a las realidades socioculturales particulares de cada ejido (Daw et al., 2011; Tauro et al., 2018; Klain y Chan, 2012).

El mapeo participativo es una herramienta sólida que refleja las preferencias y percepciones espaciales de los actores locales, integrando sus conocimientos y necesidades en los procesos de toma de decisiones y manejo de territorio, fortaleciendo y empoderando a las comunidades. La participación de los actores locales en investigaciones acción-participativa es fundamental para identificar, codiseñar y planificar escenarios alternativos que sean social y ecológicamente deseables (Pingarroni *et al.*, 2022). Esto es especialmente relevante en México, donde más de la mitad de superficie forestal pertenece a ejidos y comunidades que enfrentan crecientes presiones como la deforestación, el cambio de uso de suelo, la agricultura y ganadería extensiva, el saqueo de especies y las presiones gubernamentales. Trabajar a escala ejidal permitió visualizar con detalle las percepciones espaciales de los SE, evidenciar las relaciones socioecológicas que sustentan los medios de vida rurales y promover una gestión del territorio más equitativa y sostenible.

Identificar las percepciones espaciales a escala ejidal es una herramienta útil para comprender la relación de las personas con la naturaleza y el manejo de territorio de comunidades y ejidos en el país. Sin embargo, la falta de información espacial y demográfica puede dificultar la realización de estos trabajos. No obstante, nuestros resultados muestran que las percepciones espaciales no se restringen a los límites administrativos de cada ejido. Servicios como el agua y la calidad del aire son reconocidos como bienes comunes que benefician a toda la región (Martín-López *et al.*, 2009). Esto nos permitió identificar patrones espaciales a nivel de Microcuenca, lo cual es fundamental para el diseño de estrategias de manejo y conservación. Dichas estrategias deben ser articuladas entre los cinco ejidos que conforman la Microcuenca de Poturo, reconociendo su interdependencia ecológica y social.

Integrar las necesidades, percepciones y conocimientos de los distintos actores locales es esencial para formular acciones territoriales sostenibles. Estas deben partir del reconocimiento de la interdependencia entre las dimensiones ecológicas, sociales y culturales del paisaje (Barnes *et al.*, 2018). Así mismo, se propone el desarrollo y fortalecimiento de programas productivos que garanticen el mantenimiento y mejora de los medios de vida locales, reducir las presiones derivadas de la ganadería

extensiva y favorezcan la conservación en la Microcuenca Poturo (Pingarroni *et al.*, 2022).

9. Bibliografía

- Aguilar, R., Nahed, J., Parra, M., García, L. y Ferguson, B. 2012. **Medios de vida y aproximación de sistemas ganaderos al estándar de producción orgánica en Villaflores, Chiapas, México**. Avances en Investigación Agropecuaria. (16) 3: 21-51.
- Álvarez, A., M. McCall y J. León. 2022. **Mapeo participativo y cartografía social de conocimientos culturales, históricos y arqueológicos: recurso práctico para profesores y estudiantes universitarios**. Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental., Morelia. 92.
- Álvarez-Macías, A. y V. M. Santos-Chávez. 2019. **Alcances de la política pecuaria en México. El caso del Progan 2008-2013**. Estudios sociales. Revista de alimentación contemporánea y desarrollo regional. (29) 53. <https://doi.org/10.24836/es.v29i53.650>.
- Anderies, J., M. A. Janssen y E. Ostrom. 2004. **A framework to analyze the robustness of social-ecological systems from an institutional perspective**. Ecology and Society 9(1): 18. [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss1/art18/>
- Apgar, J. M., P. J. Cohen, B. D. Ratner, S. De Silva, M.-C. Buisson, C. Longley, R. Bastakoti y E. Mapedza. 2017. **Identifying opportunities to improve governance of aquatic agricultural systems through participatory action research**. Ecology and Society. (22) 1:9. <https://doi.org/10.5751/ES-08929-220109>
- Balvanera, P. y H. Cotler. 2007. **Acercamiento al Estudio de los Servicios Ecosistémicos**. Gaceta Ecológica. 84: 8-15.
- Balvanera, P., A. Castillo, M. J. Martínez-Harms. 2011. **Ecosystem Services in Seasonally Dry Tropical Forests**. In: Dirzo, R., Young, H.S., Mooney, H.A.,

Ceballos, G. (eds.). Seasonally Dry Tropical Forests. Island Press, Washington, DC. 259-277. https://doi.org/10.5822/978-1-61091-021-7_15

Balvanera, P. 2012. **Ecosystem services supplied by tropical forests**. *Ecosistemas* (21)1-2:136-147.

Baró, F., I. Palomo, G. Zulian, P. Vizcaino, D. Haase y E. Gómez-Baggethun. 2016. **Mapping ecosystem service capacity, flow and demand for landscape and urban planning: A case study in the Barcelona metropolitan region**. *Land use policy*. Vol 57: 405-417.

Barnes, M. D., L. Glew, C. Wyborn, y I. D. Craigie. 2018. **Prevent perverse outcomes from global protected area policy**. *Nat. Ecol. Evol.* 2:759–762. <https://doi.org/10.1038/s41559-018-0501-y>.

Bennett, E. M., W. Cramer, A. Begossi, G. Cundill, S. Diaz, E. Egoh, I. R. Geijzendorffer, C. B. Krug, S. Lavorel y E. Lazos. 2015. **Linking ecosystem services to human well-being: three challenges for designing research for sustainability**. *Curr Opin Environ Sustain.* 14:76-85.

Berkes, F. y J. C. C. Folke. 2000. **REDISCOVERY OF TRADITIONAL ECOLOGICAL KNOWLEDGE AS ADAPTIVE MANAGEMENT**. *Ecological Applications*. (10) 5: 1251-1262. [https://doi.org/10.1890/10510761\(2000\)010\[1251:ROTEKA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/10510761(2000)010[1251:ROTEKA]2.0.CO;2).

Bernard, E., L. Barbosa y R. Carvalho. 2011. **Participatory GIS in a sustainable use reserve in Brazilian Amazonia: Implications for management and conservation**. *Applied Geography*. Vol 31: 564-572. doi:10.1016/j.apgeog.2010.11.014.

Borner, J. y S. A. Vosti. 2013. **Managing tropical forest ecosystem services: an overview of options**. In: Muradian, R., Rival, L. (Eds.), *Governing the Provision of Ecosystem Services, Studies in Ecological Economics*. Springer, Netherlands.

- Brondizio, E.S., E. Ostrom, O. R. Young. 2009. **Connectivity and the governance of multilevel social-ecological systems: the role of social capital**. *Annu Rev Environ Resour.* 34:253-278.
- Brummer, M, B. Rodríguez-Labajos, T. Nguyen y D. Jorda-Capdevila. 2017. **They have kidnapped our river: Dam removal conflicts in catalonia and their relation to ecosystem services perceptions**. *Water Alternatives.* (10) 3: 744-768.
- Castillo, A., M. A. Magaña, A. Pujadas, L. Martínez y C. Godínez. 2005. **Understanding rural people interaction with ecosystems: A case study in a tropical dry forest of Mexico**. *Ecosystems.* Vol 8: 630643.
- Castillo, A., V. Corral, E. González, L. Paré, M. F. Paz, J. Reyes y M. Schteingart. 2009. **Conservación y Sociedad**. *In: Dirzo R., R. González y I. J. March. Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. pp. 763-770.
- Chan, K. M. A., A. D. Guerry, P. Balvanera, S. Klain, T. Satterfield, X. Basurto, A. Bostrom, R. Chuenpagdee, R. Gould, B. S. Halpern, N. Hannahs, J. Levine, B. Norton, M. Ruckelshaus, R. Russell, J. Tam y U. Woodside. 2012. **Where are Cultural and Social in Ecosystem Services? A Framework for Constructive Engagement**. *BioScience* (62): 744–756. <https://doi.org/10.1525/bio.2012.62.8.7>.
- Christie, M., B. Martín-López, A. Church, E. Siwicka, P. Szymonczyk y J. M. Sauterel. 2019. **Understanding the diversity of values of “Nature’s contributions to people”:** insights from the IPBES Assessment of Europe and Central Asia. *Sustainability Science.* PP. 1-16.
- CONABIO. (2020) **Categorías de riesgo en México**. Biodiversidad mexicana. Recuperado el 04 de Noviembre de 2023 <https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/catRiesMexico>
- CONANP, SEMARNAT (Ed). 2018. Programa de manejo de la Reserva de la Biósfera Zicurán- Infiernillo. (53) 9.

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA COORDINACIÓN GENERAL DEL SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL BASE DE DATOS CLIMATOLÓGICA NACIONAL. NORMAL CLIMATOLÓGICA 1961-1990. 2025. https://smn.conagua.gob.mx/tools/RESOURCES/Normales_Climatologicas/Normales6190/mich/nor6190_16047.txt.

Cord, A.F., Bartkowski, B., Beckmann, M., Dittrich, A., Hermans-Neumann, K., Kaim, A., Lienhoop, N., Locher-Krause, K., Priess, J., Schröter-Schlaack, C., Schwarz, N., Seppelt, R., Strauch, M., Václavík, T., Volk, M. 2017. **Towards systematic analyses of ecosystem service trade-offs and synergies: Main concepts, methods and the road ahead.** Ecosystem Services. Vol 28: 264–272. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.07.012>

Cordoves, M. A. y A. Vallejos. 2018. **Mapeo del valor social en el marco de los servicios ecosistémicos.** Investigación bibliotecológica. (33) 79: 177-204. DOI: <http://dx.doi.org/10.22201/iibi.24488321xe.2019.79.58008>.

Daily, G.C. 1997. **Introduction: What Are Ecosystem Services?** In: Daily, G.C., Ed., **Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems.** Island Press, Washington DC, 1-10.

Daw, T., K. Brown, S. Rosendo y R. Pomeroy. 2011. **Applying the ecosystem services concept to poverty alleviation: the need to disaggregate human well-being.** Environmental Conservation. (38) 4:370-379. <http://dx.doi.org/10.1017/S0376892911000506>

De la Torre-Diana. 2021. **Conocimiento y uso tradicional de aves por comunidades aledañas a la Reserva de la Biosfera Zicuirán-Infiernillo en Michoacán.** Tesis de Licenciatura. UMSNH. 237 pp.

Díaz, S., J. Settele, E. S. Brondízio E.S., H. T. Ngo, M. Guèze, J. Agard, A. Arneeth, P. Balvanera, K. A. Brauman, S. H. M. Butchart, K. M. A. Chan, L. A. Garibaldi, K. Ichii, J. Liu, S. M. Subramanian, G. F. Midgley, P. Miloslavich, Z. Molnár, D. Obura, A. Pfaff, S. Polasky, A. Purvis, J. Razzaque, B. Reyers, R. Roy Chowdhury, Y. J. Shin, I. J. Visseren-Hamakers, K. J. Willis, y C. N. Zayas. 2019.

Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. IPBES secretariat, Bonn, Germany. 56 pages.

Díaz, S., S. Demissew, J. Carabias, C. Joly, M. Lonsdale, N. Ash, A. Larigauderie, J. Adhikari, A. Arico, A. Báldi *et al.* 2015. **The IPBES conceptual framework connecting nature and people.** *Curr Opin Environ Sustain.* 14:1-16.

Dinerstein, E., D. Olson, A. Gram, S. Webster, M. Primn, G. Brookbinder, y D. Ledec. 1995. **Una evaluación del estado de conservación de las ecoregiones de América Latina y Caribe.** Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento/Banco Mundial, Washington DC., Estados Unidos.

EEM. 2005. *Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis.* Island Press, Washington DC.

Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community. 2023. https://services.arcgisonline.com/ArcGIS/rest/services/World_Imagery/MapServer.

Fagerholm, N., E. Oteros-Rozas, C. Raymond, M. Torralba, G. Moreno y T. Plieninger. 2016. **Assessing linkages between ecosystem services, land-use and well-being in an agroforestry landscape using public participation GIS.** *Applied Geography.* Vol 74: 30-46. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apgeog.2016.06.007>.

Fagerholm, N., N. Käyhkö, F. Ndumbaro y M. Khamis. 2012. **Community stakeholders' knowledge in landscape assessments – Mapping indicators for landscape services.** *Ecological Indicators.* 18: 421-433.

Fagerholm, N., S. Eilola, D. Kisanga, V. Arki y N. Käyhkö. 2019. **Place-based landscape services and potential of participatory spatial planning in multifunctional rural landscapes in Southern highlands, Tanzania.** *Landscape Ecology.* Vol 34: 1769-1787. <https://doi.org/10.1007/s10980-019-00847-2>.

- FAO. 2024. **La seguridad alimentaria y la nutrición en todo el mundo**. *In* El estado de la seguridad alimentaria y la alimentación en el mundo 2024. Grupo Editorial Dirección de Información de la FA. Roma.
- Ferrer, G., F. La Roca y M. Gual. 2012. **SERVICIOS ECOSISTÉMICOS: ¿UNA HERRAMIENTA ÚTIL PARA LA PROTECCIÓN O PARA LA MERCANTILIZACIÓN DE LA NATURALEZA?** *Economía Crítica*. 1: 281-294
- FOREFRONT. 2014. INREF Proposal 2014 Nature's benefits in agro-forest frontiers (FOREFRONT).
- Garau, E., M. Torralba y J. Pueyo-Ros. 2021. **What is a river basin? Assessing and understanding the sociocultural mental constructs of landscapes from different stakeholders across a river basin**. *Landsc. Urban Plan.* 214, 104192 <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2021.104192>.
- García-Nieto, A., M. García-Llorente, I. Iniesta-Arandia y B. Martín-López B. 2013. **Mapping forest ecosystem services: From providing units to beneficiaries**. *Ecosystem Services*. Vol 4: 126-138. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoser.2013.03.003>.
- García-Nieto, A. P., E. Huland, C. Quintas-Soriano, I. Iniesta-Arandia, M. García-Llorente, I. Palomo y B. Martín-López. 2019. **Evaluating Social Learning in Participatory Mapping of Ecosystem Services**. *Ecosystems and People*. (15) 1: 257–68. doi:10.1080/26395916.2019.1667875.
- Haines-Young, R. y M. Potschin. 2013. Common International Classification of Ecosystem Services (CICES): Consultation on Version 4, August-December 2012. https://cices.eu/content/uploads/sites/8/2012/07/CICES-V43_Revised-Final_Report_29012013.pdf
- Haperen, L. 2019. **Unravelling the role of Nature's Contributions to People for land use decisions by ejidatarios in the Lacandon rainforest, México**. Tesis de maestría. Universidad de Wageningen. Wageningen, Países Bajos. 71 pp

- Herlihy, P.H. y G. Knapp. 2003. **Maps of, by, and for the Peoples of Latin America.** Hum.Organ. 62: 303–314. <https://doi.org/10.17730/humo.62.4.8763apjq8u053p03>.
- Hoekstra, J. M., T. M. Boucher, T. H. Ricketts y R. Cartes. 2005. **Confronting a biome crisis: global disparities of habitat loss and protection.** Ecology Letters. Vol 8: 23-29. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2004.00686.x>
- Huntsinger, L. y J. Oviedo. 2014. **Ecosystem services are social-ecological services in a traditional pastoral system: The case of California's mediterranean rangelands.** Ecology and Society. (19) 1: 8. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-06143-190108>.
- Iniesta-Arandia, I., M. García-Llorente, P. Aguilera, C. Montes y B. Martín-López. 2014. **Socio-cultural valuation of ecosystem services: Uncovering the links between values, drivers of change, and human well-being.** Ecological Economics. Vol 108: 36-48. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.09.028>.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2010. Censo de población y vivienda 2010 https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2010/default.html?init=2#Datos_abiertos
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2000. Carta topográfica E14A51. INEGI. Recuperado el 03 de Junio de 2023. <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825649906>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2001. Carta topográfica E14A52. INEGI. Recuperado el 03 de Junio de 2023. <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825649050>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2020. Censo de población y vivienda. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/#microdatos>.

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2010. Compendio de información geográfica municipal 2010 Churumuco Michoacán de Ocampo.
- Jaligot, R., S. Hasler y J. Chenal. 2019. **National assessment of cultural ecosystem services: Participatory mapping in Switzerland**. *Ambio*. Vol 48: 1219-1233.
- Janzen, D. 1988. **Tropical dry forests. The most endangered major tropical Ecosystem** *In*, Wilson, E. O. y F. M. Peter (eds.), **Biodiversity**. National Academy Press, Washington D.C., Estados Unidos. pp. 130-137
- Karimi, A., H. Yazdandad y N. Fagerholm. 2020. **Evaluating social perceptions of ecosystem services, biodiversity, and land management: Trade-offs, synergies and implications for landscape planning and management**. *Ecosystem Services*. Vol 45: 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2020.101188>.
- Klain, S. C. y Chan, K. M. A. 2012. **Navigating coastal values: Participatory mapping of ecosystem services for spatial planning**. *Ecological Economics*. Vol 82: 104–113. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.07.008>.
- Lambin E. F., P. Meyfroidt, X. Rueda, A. Blackman, J. Börner, P. O. Cerutti, T. Dietsch, L. Jungmann, P. Lamarque, J. Lister, N. F. Walker y S. Wunder. 2014. **Effectiveness and synergies of policy instruments for landuse governance in tropical regions**. *Global Environ. Change*. Vol 28: 129–140. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.06.007>.
- Li, J. y C Zhang. 2021. **Exploring the relationship between key ecosystem services and socioecological drivers in alpine basins: A case of Issyk-Kul Basin in Central Asia**. *Global Ecology and Conservation*. Vol 29: 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2021.e01729>.
- Maldonado, A. D., D. Ramos-López y P. A. Aguilera. 2019. **The role of cultural landscapes in the delivery of provisioning ecosystem services in protected areas**. *Sustain*. Vol 11: 1–18. <https://doi.org/10.3390/su11092471>.

- Martín-López, B., I. Iniesta-Arandia, M. García-Llorente, I. Palomo, I. Casado-Arzuaga, D. G. Amo, E. Del, Gómez-Baggethun, E. Oteros-Rozas, I. Palacios-Agundez, B. Willaarts, J. A. González, F. Santos-Martín, M. Onaindia, C. López-Santiago y C. Montes. 2012. **Uncovering Ecosystem Service Bundles through Social Preferences**. PLoS One 7, e38970. doi:10.1371/journal.pone.0038970
- Martinez-Alier, J. 2003. **The Environmentalism of the Poor: A Study of Ecological Conflicts and Valuation**. Edward Elgar Publishing.
- Maass, M., P. Balvanera, A. Castillo, G. Daily, H. Mooney, P. Ehrlich, *et al.* 2004. **Ecosystem Services of Tropical Dry Forests: Insights from Long-term Ecological and Social Research on the Pacific Coast of Mexico**. Ecology and Society 10(1): 17. <http://www.ecologyandsociety.org/vol10/iss1/art17/>
- Mas, J. F. 2016. **Monitoreo de la cubierta del suelo y la deforestación en el Estado de Michoacán: Un análisis de cambios mediante sensores remotos a escala regional Proyecto FOMIX Michoacán**. <https://www.ciga.unam.mx/wrappers/proyectoActual/monitoreo/>.
- Mas, J. F., R. González. 2014. **Successive updating of cartographic land cover databases using image segmentation, GIS analysis and visual interpretation**. ForestSAT conference, 4-7 Noviembre de 2014, Riva del Garda (TN), Italia (resumen).
- Medina-Calderon B. S. 2025. **VÍNCULOS ENTRE LA BIODIVERSIDAD, SERVICIOS ECOSISTÉMICOS Y EL BIENESTAR DE LAS COMUNIDADES DE CHURUMUCO, MICHOACÁN**. Tesis de licenciatura. UMSNH. México.
- Merino, L. y A. E. Martínez. 2014. **A vuelo de pájaro. Las condiciones de las comunidades con bosques templados en México**. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. PP. 17-22.
- Monroe-Sais, S., E. García-Frapolli, F. Mora, M. Skutsch, A. Casas, P. R. W. Gerritse, D. Cohen-Salgado y O. Ugartechea-Salmeron. 2020. **Unraveling households' natural resource management strategies: a case study in Jalisco, Mexico**.

Ecosystems and People. Vol. 16: 175-187.
<https://doi.org/10.1080/26395916.2020.1767213>

Montaños, V. C. 2018. **Caracterización y mapeo participativo de servicios ecosistémicos en paisajes socio-ecológicos de producción. Caso e estudio: Aquitania, Boyaca (Colombia)**. Tesis de licenciatura. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. 75 pp.

Mouchet, M.A., P. Lamarque, B. Martín-López, E. Crouzat, P. Gos, C. Byczek y S. Lavorel. 2014. **An interdisciplinary methodological guide for quantifying associations between ecosystem services**. Glob. Environ. Chang. 28, 298–308. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.07.012>.

Moreno, A., V. Toledo y A. Casas. 2013. **Los sistemas agroforestales tradicionales de México: Una aproximación biocultural**. Botanical Sciences. Vol 91: 375-398. 10.17129/botsci.419.

Naciones Unidas Convención de Lucha contra la Desertificación (NUCLD). 2017. **LOS IMPULSORES DEL CAMBIO**. In: Perspectiva global de la tierra. primera edición Bonn, Alemania. PP. 40-48.

Nahuelhual, L., A. Carmona, P. Laterra, J. Barrena, M. Aguayo. 2014. **A mapping approach to assess intangible cultural ecosystem services: The case of agriculture heritage in Southern Chile**. Ecological Indicators. Vol 40: 90-101

Nahuelhual, L., F. Benra, F. Rojas, G. Ignacio Díaz y A. Carmona. 2016. **Mapping social values of ecosystem services: What is behind the map?** Ecology and Society. (21) 3: 24. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-08676-210324>

Nelson, G. C., E. Bennett, R. Defries, B. O. Neill, R. Norgaard, G. Petschel-held, D. Ojima, P. Pingali, R. Watson y M. Zurek. 2006. **Anthropogenic drivers of ecosystem change: an overview**. Ecol. Soc. 11.

O'Neill, R.V. 2001. **Is it time to bury the ecosystem concept? (With full military honors, of course)**. Ecology. Vol 82: 32753284.

- Oteros-Rozas, E., Martín-López, B., González, J.A., Plieninger, T., López, C.A., Montes, C., 2014. **Socio-cultural valuation of ecosystem services in a transhumance socialecological network**. Reg. Environ. Chang. 14: 1269–1289. <https://doi.org/10.1007/s10113-013-0571-y>.
- Palomino, M. L., C. A. V. Arce, M. C. Vinasco, S. P. Montenegro, V. F. Forero, C. F. Valderrama, S. E. Barrera. 2019. Los servicios ecosistémicos culturales. Montenegro-Gómez S. P. y J. A. Osorio (eds). Servicios ecosistémicos: un enfoque introductorio con experiencias del occidente colombiano. Sello Editorial UNAD. Bogotá. 241-245 pp.
- Palomo, I., B. Martín-López, M. Potschin, R. Haines-Young y C. Montes. 2013. **National Parks, buffer zones and surrounding lands: Mapping ecosystem service flows**. Ecosystem Services. Vol 4: 104-116. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoser.2012.09.001>
- Palomo, I., B. Martín-López, P. Zorrilla-Miras, D. García Del Amo y C. Montes. 2014. **Deliberative mapping of ecosystem services within and around Doñana National Park (SW Spain) in relation to land use change**. Reg Environ Change. 14: 237-251.
- Pascual, U., P. Balvanera, S. Díaz, G. Pataki, E. Roth, M. Stenseke, R. T. Watson, E. B. Dessane, M. Islar, E. Kelemen, V. Maris, M. Quaas, S. M. Subramanian, H. Wittmer, A. Adlan, S. Ahn, Y. S. Al-Hafedh, E. Amankwah, S. T. Asah, P. Berry, A. Bilgin, S. J. Breslow, C. Bullock, D. Cáceres, H. Daly-Hassen, E. Figueroa, C. D. Golden, E. Gómez-Baggethun, D. González-Jiménez, J. Houdet, H. Keune, R. Kumar, K. Ma, P. H. May, A. Mead, P. O'Farrell, R. Pandit, W. Pengue, R. Pichis-Madruga, F. Popa, S. Preston, D. Pacheco-Balanza, H. Saarikoski, B. B. Strassburg, M. van den Belt, M. Verma, F. Wickson y N. Yag. 2017. **Valuing nature's contributions to people: the IPBES approach. Current Opinion in Environmental Sustainability**. Vol 26-27: 7-16.
- Paudyal, K., H. Baral, B. Burkhard, S. P. Bhandari y R. J. Keenan. 2015. **Participatory assessment and mapping of ecosystem services in a data-poor region:**

- Case study of community-managed forests in central Nepal.** *Ecosystem Services*. Vol 13: 81–92. doi:10.1016/j.ecoser.2015.01.007
- Pérez-Ramírez, I., M. García-Llorente, A. Benito, A. J. Castro. 2019. **Exploring sense of place across cultivated lands through public participatory mapping.** *Landsc. Ecol.* 34: 1675–1692. <https://doi.org/10.1007/s10980-019-00816-9>.
- Pérez, P., R. Rojo, A. Álvarez y J. García. 2003. **Necesidades investigación y transferencia de tecnología de la cadena de bovinos de doble propósito en el estado de Veracruz.** Fundación Produce Veracruz. Colegio de Postgraduados. 170 p.
- Pingarroni, A., A. J. Castro, M. Gambi, F. Bongers, M. Kolb, E. García-Frapolli y P. Balvanera. 2022. **Uncovering spatial patterns of ecosystem services and biodiversity through local communities' preferences and perceptions.** *Ecosystem Services*. 56. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2022.101436>.
- Plieninger, T., M. Torralba, T. Hartel y N. Fagerholm. 2019. **Perceived ecosystem services synergies, trade-offs, and bundles in European high nature value farming landscapes.** *Landscape Ecology*. Vol 34: 1565-1581. <https://doi.org/10.1007/s10980-019-00775-1>.
- Plieninger, T., S. Dijks, E. Oteros-Rozas y C. Bieling. 2013. **Assessing, mapping, and quantifying cultural ecosystem services at community level.** *Land Use Policy*. Vol 33: 118-129. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2012.12.013>.
- Power, A. G. 2010. **Ecosystem services and agriculture: tradeoffs and synergies.** *Philosophical transactions of the royal society B. biological sciences*. (365) 554: 2959-2971
- Quintas-Soriano, C., M. García-Llorente, A. Norstrom, M. Meacham, G. Peterson y A. J. Castro. 2019. **Integrating supply and demand in ecosystem service bundles characterization across Mediterranean transformed landscapes.** *Landsc. Ecol.* 34: 1619–1633. <https://doi.org/10.1007/s10980-019-00826-7>. Dordrecht. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-5176-7>.

- QGis, D. T. 2011. Quantum GIS geographic information system. Open source geospatial Foundation project, 45.
- Rall, M., C. Bieling, S. Zytynska y D. Haase. 2017. **Exploring city-wide patterns of cultural ecosystem service perceptions and use**. Ecological Indicators. Vol 77: 80-95. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.02.001>.
- RAN. 2010. Núcleos Agrarios. Sistema de Información Geoespacial del Catastro Rural, Registro Agrario Nacional. Recuperado el 02 de junio de 2023. <https://sig.ran.gob.mx/sigKML.php>
- RAN. 2010. Parcelas. Sistema de Información Geoespacial del Catastro Rural, Registro Agrario Nacional. Recuperado el 04 de junio de 2023. <https://sig.ran.gob.mx/sigKML.php>
- RAN, 2010. Registro Agrario Nacional. Estadísticas PROCEDE división perimetral ejidal, Ciudad de México, México.
- RAN, 2010. Registro Agrario Nacional. Padrón e historial de núcleos agrarios. <http://phina.ran.gob.mx/phina2/sessionis> (04 de Junio del 2023).
- Raudsepp-Hearne, C., G. D. Peterson y E. M. Bennett. 2010. **Ecosystem service bundles for analyzing tradeoffs in diverse landscapes**. Proc. Natl. Acad. Sci. (107) 11: 5242–5247.
- Raymond, C., B. Bryan, D. MacDonald, A. Cast, S. Strathearn, A. Grandgirard, T. Kalivas. 2009. **Mapping community values for natural capital and ecosystem services**. Ecological Economics. Vol 68: 1301-1315. doi:10.1016/j.ecolecon.2008.12.006.
- Reilly, K., J. Adamowski y K. John. 2018. **Participatory mapping of ecosystem services to understand stakeholders' perceptions of the future of the Mactaquac Dam, Canada**. Ecosystem Services. Vol 30: 107-123. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2018.01.002>
- Ruckelshaus, M., E. McKenzie, H. Tallis, A. Guerry, G. Daily, P. Kareiva, S. Polasky, T. Ricketts, N. Bhagabati y S. A. Wood. 2015. **Notes from the field: lessons**

learned from using ecosystem service approaches to inform real-world decisions. Ecological Economics. Vol 115: 11-21.

Ruiz-Frau, A., H. Hinz, G. Edwards-Jones y M. Kaiser. 2013. **Spatially explicit economic assessment of cultural ecosystem services: Non-extractive recreational uses of the coastal environment related to marine biodiversity.** Marine Policy. Vol 38: 90–98. 10.1016/j.marpol.2012.05.023.

Rzedowski, G. C. de, J. Rzedowski y colaboradores. (2006). **Flora fanerogámica del Valle de México.** Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro (Michoacán). 2: 1406.

Saidi, N. y C. Spray. 2018. **Ecosystem services bundles: challenges and opportunities for implementation and further research.** Environ. Res. Lett. 13, 113001 <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aae5e0>.

Salcedo, S., A. Sanches y M. J. Coloma. 2014. **Agricultura familiar y la seguridad alimentaria: El exitoso caso del proyecto Forsandino.** In: Salcedo, S. y L. Guzmán (eds.). **Agricultura familiar en America Latina y el Caribe.** FAO. Santiago, Chile. Pp. 57-67.

Scholte, S. K., A. J. A. Van Teeffelen y P. H. Verburg. 2015. **Integrating socio-cultural perspectives into ecosystem service valuation: A review of concepts and methods.** Ecological Economics. Vol 114: 67-78. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.03.007>

Sharafatmandrad, M. y A. Khosravi. 2021. **Temporal and Spatial Assessment of Supply and Demand of the Water-yield Ecosystem Service for Water Scarcity Management in Arid to Semi-arid Ecosystems.** Water Resources Management: An International Journal, Published for the European Water Resources Association (EWRA). (35) 4: 63-82

Schröter, M., D. N. Barton, R. P. Remme y L. Hein. 2014. **Accounting for capacity and flow of ecosystem services: a conceptual model and a case study for Telemark, Norway.** Ecol. Indic. Vol 36: 539–551. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.09.018>.

- SEMARNAT. 2009. **Tipos de ecosistemas en México**. disponible en <http://cruzadabosquesagua.semarnat.gob.mx/ecosistemas.html>.
- Sosa, N., A. Torres, V. Castro-Lopez, y A. Velazquez. 2023. **Participatory Landscape Conservation: A Case Study of a Seasonally Dry Tropical Forest in Michoacan, Mexico**. *Land*. (12): 11. <https://doi.org/10.3390/land12112016>
- Spake, R., R. Lasseur, E. Crouzat, J. M. Bullock, S. Lavorel, K. E. Parks, M. Schaafsma, E. M. Bennett, J. Maes, M. Mulligan, M. Mouchet, G. D. Peterson, C. J. E. Schulp, W. Thuiller, M. G. Turner, P. H. Verburg y F. Eigenbrod. 2017. **Unpacking ecosystem service bundles: Towards predictive mapping of synergies and trade-offs between ecosystem services**. *Glob. Environ. Chang.* Vol: 47, 37–50. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.08.004>.
- Steininger, M. K., Tucker, C. J., Ersts, P., Killeen, T. J., Villegas, Z., Hecht, S. B. 2001. **Clearance and fragmentation of tropical deciduous forest in the Tierras Bajas, Santa Cruz, Bolivia**. *Conservation Biology*. Vol 15: 856-866. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2001.015004856.x>
- Tauro, A., E. Gómez-Baggethum, E. García-Frapolli, E. Lazos C. y P. Balvanera. 2018. **Unraveling heterogeneity in the importance of ecosystem services**. *Ecology and Society*. (23) 4: 11. <https://doi.org/10.5751/ES-10457-230411>
- Tengo, M, E. S. Brondizio, T. Elmqvist, P. Malmer y M. Spierenburg. 2014. **Connecting diverse knowledge systems for enhanced ecosystem governance: the multiple evidence base approach**. *Ambio*. 43:579-591.
- Toledo, V. M. y N. Barrera-Bassols. 2017. **Political Agroecology in Mexico: A Path toward Sustainability**. *Sustainability*. (9) 2: 268. <https://doi.org/10.3390/su9020268>
- van Berkel, D. B. y P. H. Verburg. 2014. **Spatial quantification and valuation of cultural ecosystem services in an agricultural landscape**. *Ecological Indicators*. Vol 37: 163-174. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.06.025>.

- Vilaboa, J. y P. Díaz. 2009. **Caracterización socioeconómica y tecnológica de los sistemas ganaderos en siete municipios del estado de Veracruz, México.** Zootecnia Tropical. (27) 4: 427-436.
- Wolff, S., C. J. E. Schulp y P. H. Verburg. 2015. **Mapping ecosystem services demand: A review of current research and future perspectives.** Ecological Indicators. 55: 159-171.
- Zasada, I. 2011. **Multifunctional peri-urban agriculture – a review of societal demands and the provision of goods and services by farming.** Land Use Policy. Vol 28: 639–648, <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2011.01.008>.
- Zhang, W., E. Kato, P. Bhandary, E. Nkonya, H. Ibrahim, M. Agbonlahor, H. Ibrahim y C. Cox. 2016. **Awareness and perceptions of ecosystem services in relation to land use types: Evidence from rural communities in Nigeria.** Ecosystem Services. Vol 22: 150-160. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.10.011>.
- Zoderer, B., E. Tasser, S. Carver y U. Tappeiner. 2019. **Stakeholder perspectives on ecosystem service supply and ecosystem service demand bundles.** Ecosystem Services. Vol 37: 1-11 <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2019.100938>

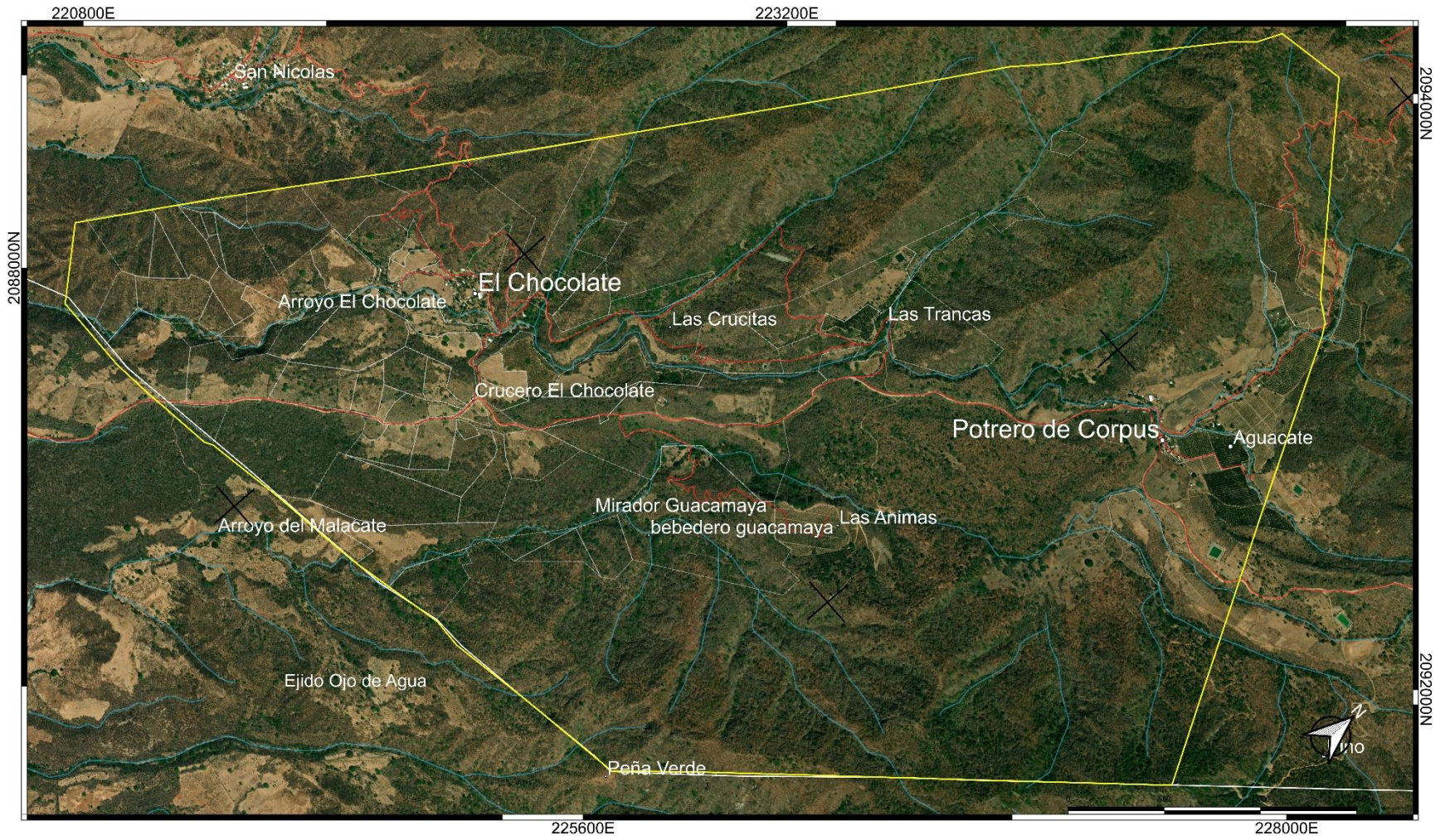
Anexos

Anexo 1. Descripción de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos utilizados, para la aplicación del mapeo participativo. Los servicios se clasifican en cuatro categorías: 1) Provisión, 2) Provisión-agrícola, 3) Regulación y 4) Culturales. Las descripciones son basadas en las citas de los entrevistados.

No	SE	Categoría	Descripción
1	Agua para ganado		“El ganado no puede sobrevivir sin agua”
2	Animales trabajo		“Nos transportamos en burros y caballos para acarrear la leña o cosechas de nuestras parcelas”
3	Forraje		“Si hay forraje, inviertes menos en alimentos”
4	Árboles frutales	Provisión-agrícola	“Aquí se dan varios frutos, como la guanábana, los nanches y los mangos”
5	Ganado		“Es importante que la comunidad tenga ganado para vender”
6	Huerto		“Si tenemos un huerto podemos producir hortalizas o lo que nosotros queramos”
7	Jamaica		“La Jamaica se da muy bien aquí”
8	Leche		“Varios tienen vacas para ordeñar”
9	Milpa		“La milpa es un sustento para la familia”
10	Animales silvestres	Provisión	“Muchos cazamos venados, jabalíes, paitas o iguanas para alimentar a nuestras familias”
11	Leña		“La mayoría de la gente aquí, cocina con leña”
12	Madera		“Las casas y los muebles de aquí son de madera”
13	Plantas medicinales		“Tenemos mucho árbol medicinal, de ahí nos curamos”
14	Minerales		“La mina da trabajo a mucha gente”
15	Agua	Regulación	“El agua se usa para todo. Sin agua no somos nada”
16	Calidad de aire		“El aire puro nos da vida”
17	Fertilidad		“Puedes tener mucha tierra, pero si no es fértil no sirve de nada”

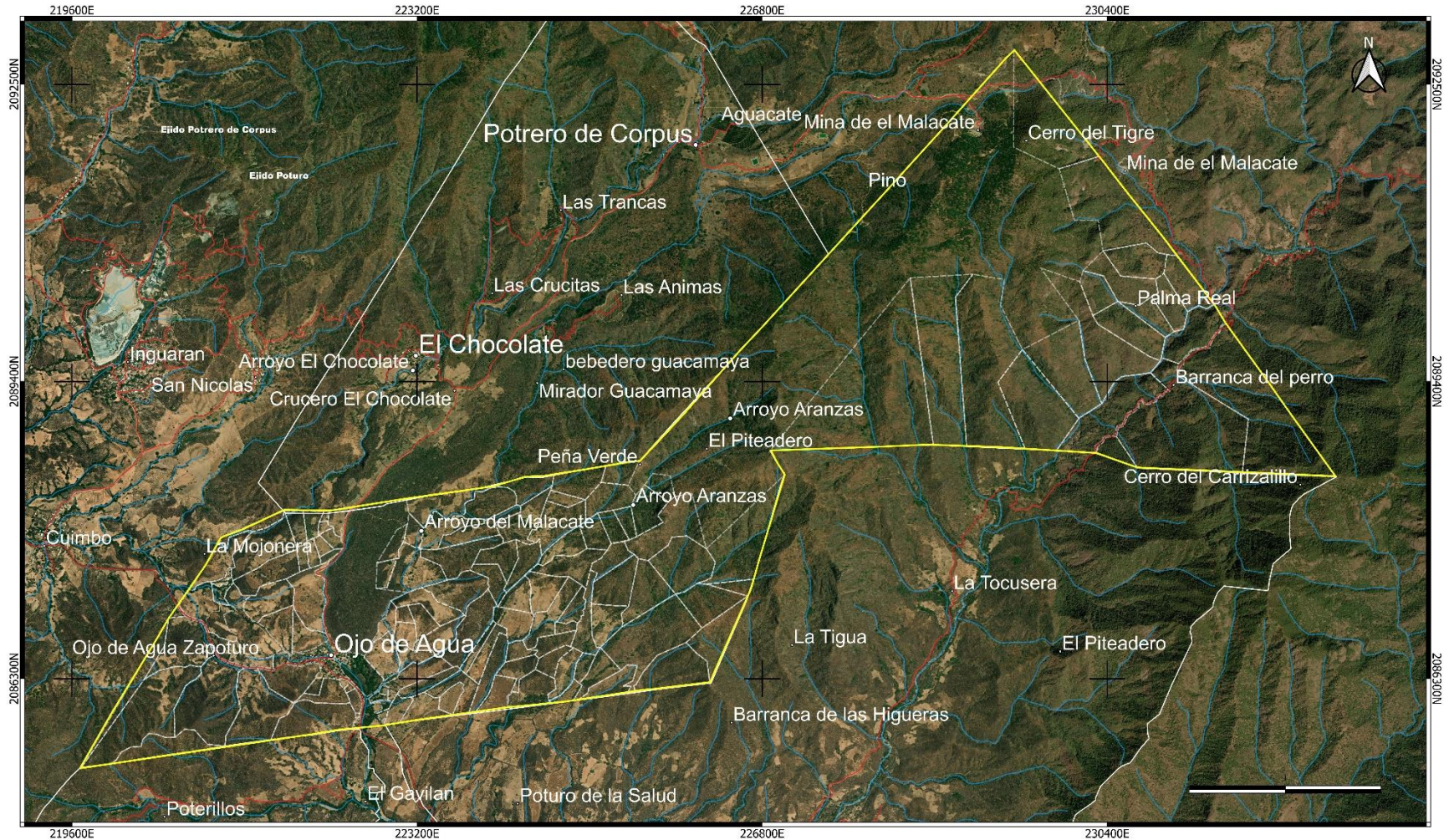
No	SE	Categoría	Descripción
18	Sombra para ganado	Regulación	“El ganado requiere de sombra para no enfermarse”
19	Ecoturismo		“Cuando viene gente de fuera a visitar además de hacer amistad, nos genera un ingreso extra”
20	Educación ambiental		“Sin educación ambiental no tendríamos naturaleza”
21	Fotografía de la naturaleza	Cultural	“A través de la fotografía podemos conocer lo que hay aquí, es una forma de enseñanza”
22	Investigación		“Es importante la investigación para generar nuevos conocimientos”
23	Patrimonio		“Si no tenemos nada, nuestros hijos no tendrían donde vivir o donde sembrar”
24	Recreación		“Todos tenemos derecho a disfrutar de la naturaleza y estrechar lazos sociales sanos”
	Biodiversidad		“La naturaleza nos da vida, sin ella no habría árboles ni agua. Es donde viven todos los animales”

Anexo 2. Mapas a escala ejidal utilizados para el mapeo participativo y la valoración espacial de los servicios ecosistémicos (SE) y la biodiversidad. Estos incluyen información relevante como: imagen satelital (ESRI Satélite), límites ejidales (RAN, 2010), límites parcelarios (RAN, 2010), zonas de uso común (RAN, 2010), vectores de caminos (INEGI, 2000), arroyos (INEGI, 2000), puntos de referencia brindados por actores locales; nombres de arroyos, cerros, comunidades, vegetación y otros puntos de referencia. Cada mapa fue impreso en un tamaño de 80x50 cm.



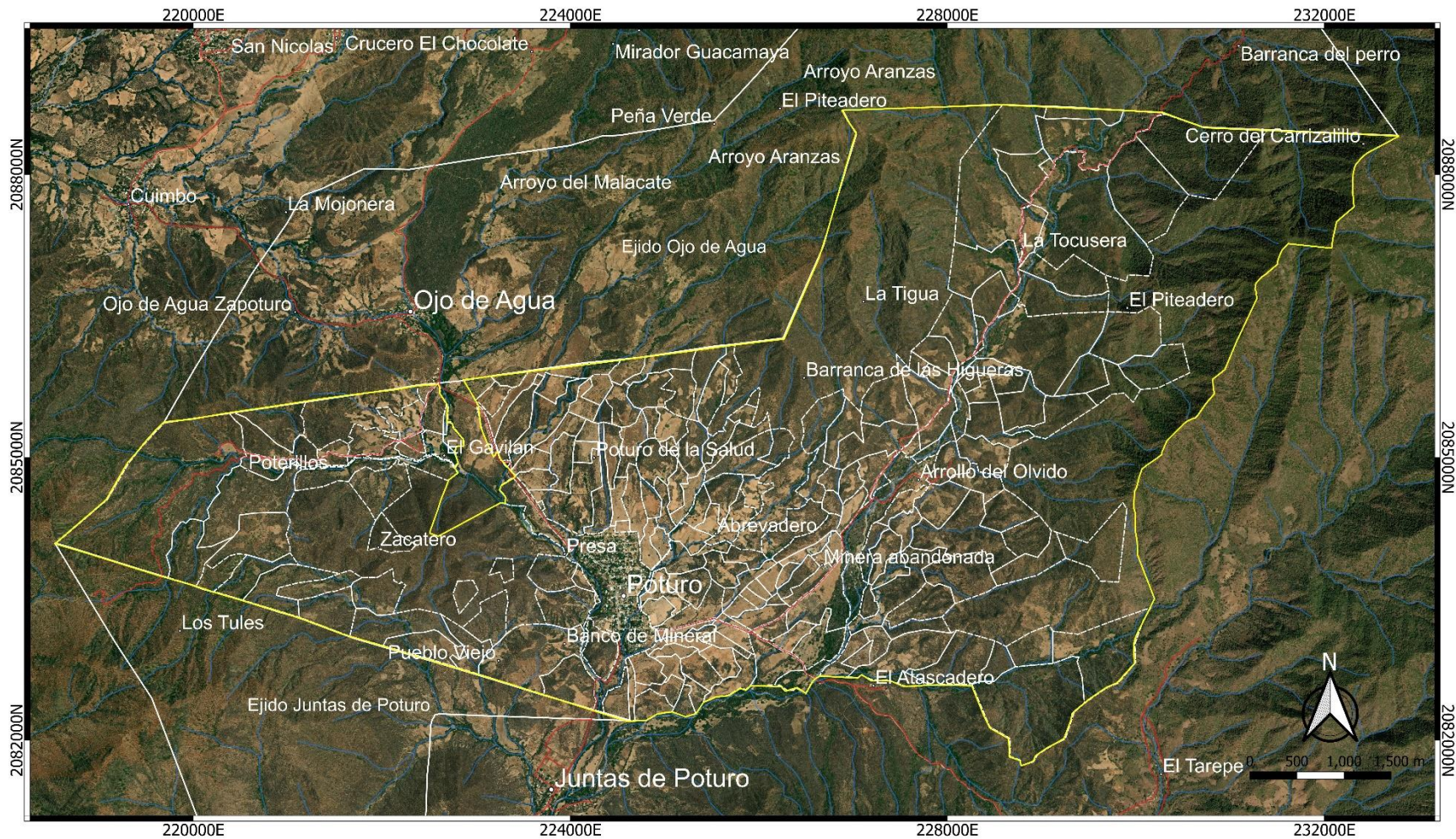
- Limite ejido Potrero de Corpus
- Linea blanca continua ejidos colindantes
- Linea blanca discontinua limites de parcelas
- Caminos
- Arroyos temporales

Ejido Potrero de Corpus



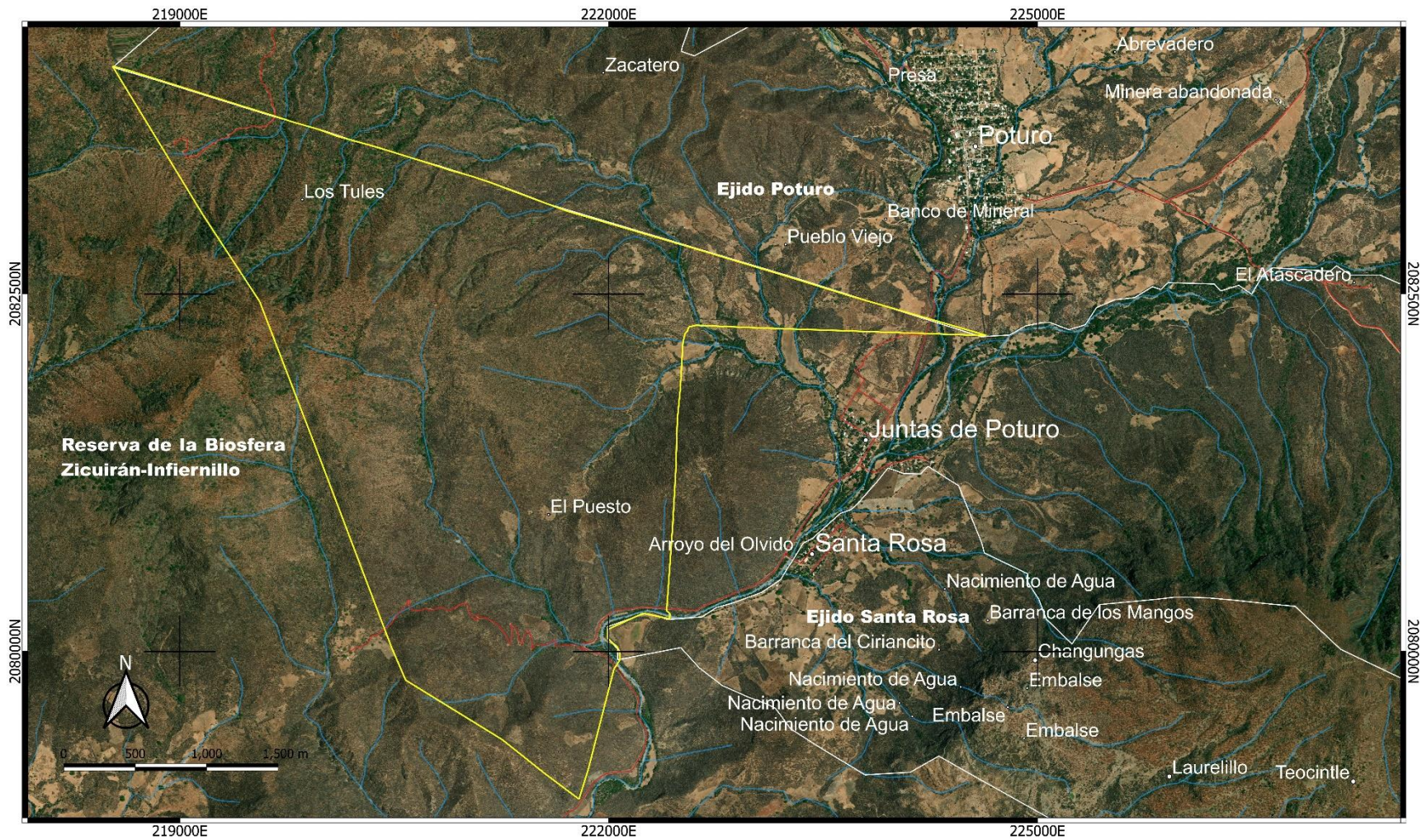
- Limite ejido Ojo de Agua
- Linea blanca continua ejidos colindantes
- Linea blanca discontinua limites de parcelas
- Caminos
- Arroyos temporales

Ejido Ojo de Agua



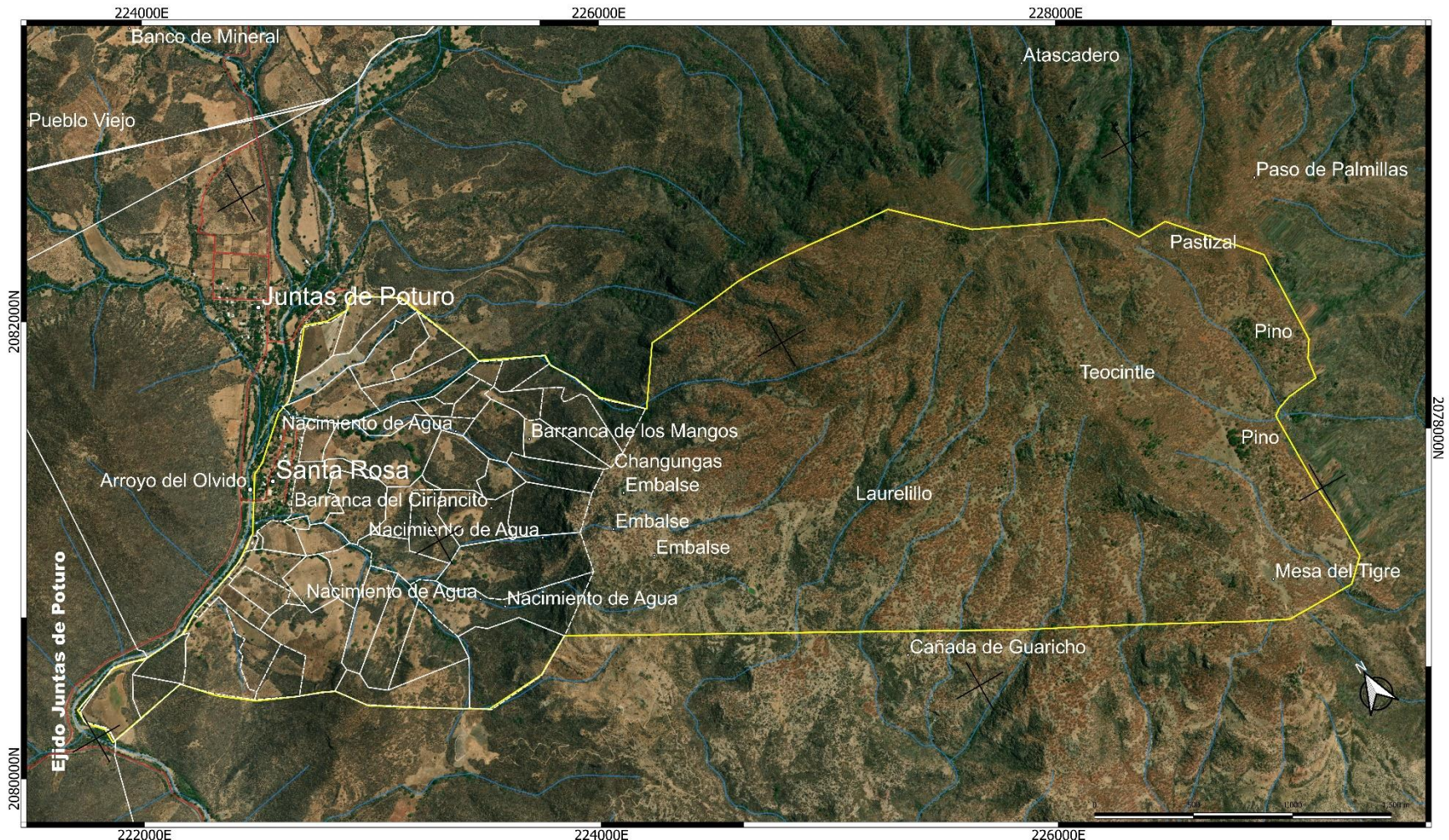
- ▬ Limite ejido Poturo
- ▬ Caminos
- ▬ Linea blanca continua ejidos colindantes
- ▬ Linea blanca discontinua limites de parcelas
- ▬ Arroyos temporales

Ejido Poturo



▭ Limite ejido Juntas de Poturo — Caminos
▭ Línea blanca continua ejidos colindantes — Arroyos temporales

Ejido Juntas de Poturo



- Limite ejido Santa Rosa
 - Linea blanca continua ejidos colindantes
 - Linea blanca discontinua limite de parcelas
 - Caminos
 - Arroyos temporales
- Ejido Santa Rosa**

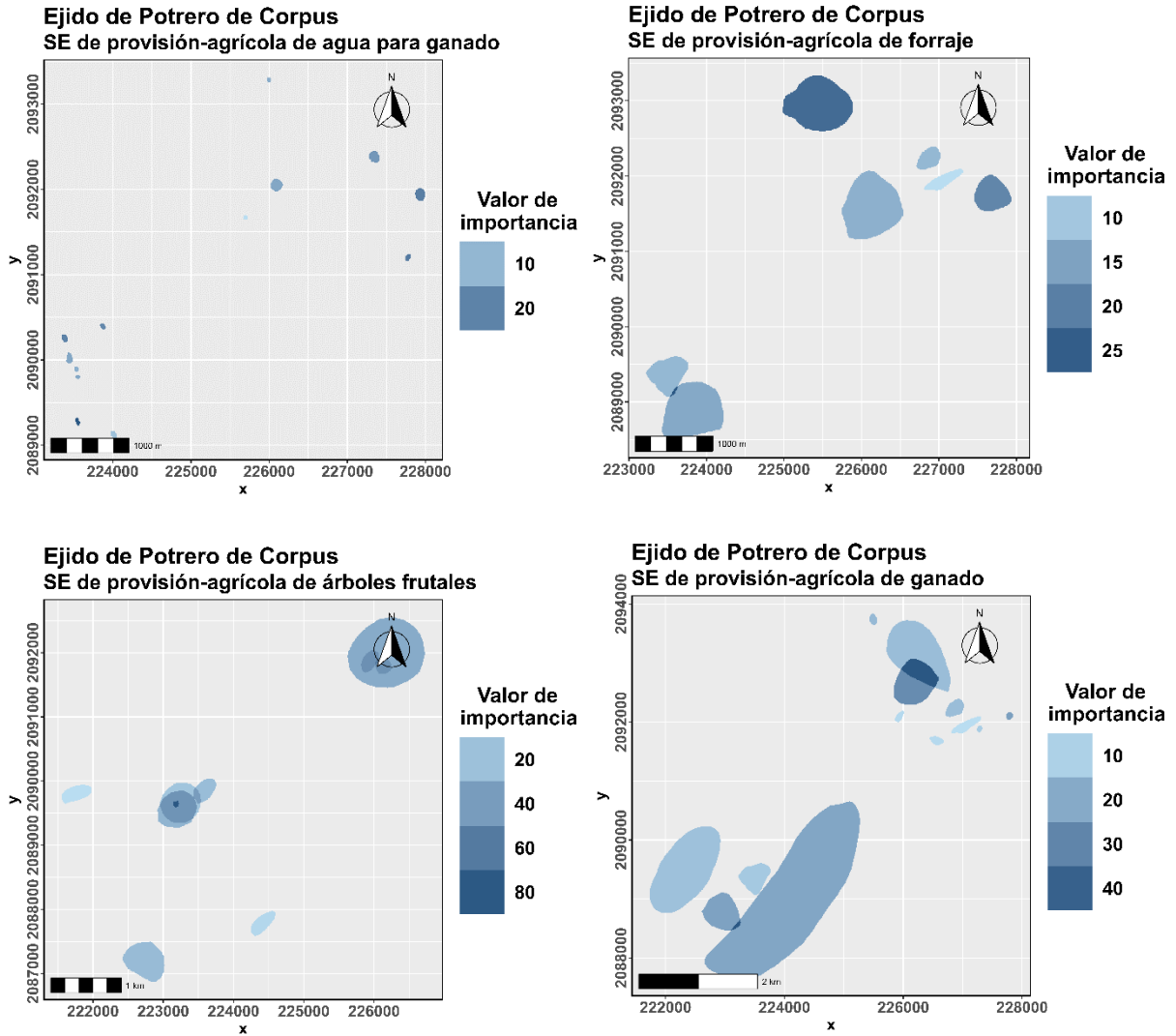
Anexo 3. Puntos de referencia espacial dados por los entrevistados durante la entrevista piloto.

Punto de referencia	Ejido	coordenadas
Malpaís	Potrero de Corpus	-101.631390,18.864101
Anexos del Guayabo	Potrero de Corpus	-101.565580,18.916295
Mina del Malacate	Potrero de Corpus	-101.572219,18.902491
Las Trancas	Potrero de Corpus	-101.613371,18.894471
Las Crucitas	Potrero de Corpus	-101.620094,18.886364
Las Animas	Potrero de Corpus	-101.607149,18.886462
Bebedero guacamaya	Potrero de Corpus	-101.612851,18.879484
Mirador guacamaya	Potrero de Corpus	-101.615350,18.878229
Crucero El Chocolate	Potrero de Corpus	-101.6235493,18.8773245
San Nicolas	Potrero de Corpus	-101.643254,18.878265
Inguaran	Potrero de Corpus	-101.655954,18.879430
Cerro del Tigre	Ojo de Agua	-101.567367,18.901643
Mina del Malacate	Ojo de Agua	-101.557549,18.898981
Palma Real	Ojo de Agua	-101.556339,18.886263
Barranca del perro	Ojo de Agua	-101.552449,18.878851
El piteadero	Ojo de Agua	-101.563309,18.853506
Peña Verde	Ojo de Agua	-101.605102,18.870528
La Mojonera	Ojo de Agua	-101.647995,18.861510
Ojo de Agua Zapoturo	Ojo de Agua	-101.6469904,18.8520555
Cuimbo	Ojo de Agua	-101.663960,18.862171
Potrerrillos	Poturo	-101.651610,18.836753
Zacatero	Poturo	-101.638246,18.829635
Presa	Poturo	-101.619522,18.829258
Pueblo Viejo	Poturo	-101.626010,18.818956

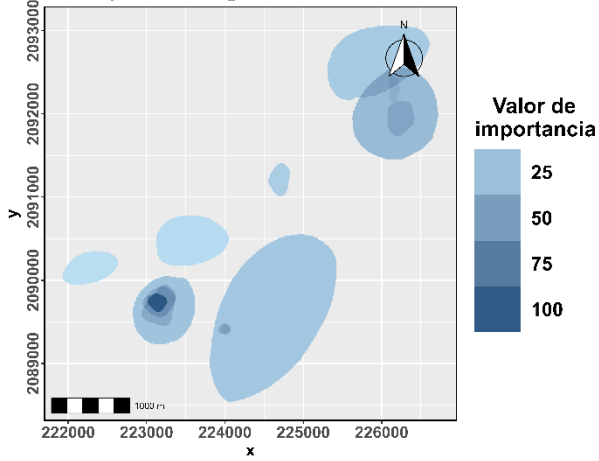
Banco de mineral	Poturo	-101.6193949,18.8207052
El Gavilán	Poturo	-101.631785,18.838438
Potrero de la Salud	Poturo	-101.616690,18.838588
Abrevadero	Poturo	-101.6043596,18.8314157
Minera abandonada	Poturo	-101.5936369,18.8285788
El Atascadero	Poturo	-101.5882377,18.8171078
Arrollo del Olvido	Poturo	-101.585118,18.837636
Barranca de las Higueras	Poturo	-101.595724,18.846521
La Tigra	Poturo	-101.589838,18.853743
La Tocusera	Poturo	-101.574059,18.859146
El Piteadero	Poturo	-101.5632556,18.8536324
Cerro del Carrizalillo	Poturo	-101.539702,18.869666
<hr/>		
La Joya de los Tules	Juntas de Poturo	-101.658195,18.821407
El Puerto	Juntas de Poturo	-101.641470,18.801680
Atascadero	Juntas de Poturo	-101.588294,18.817063
Paso de Palmillas	Juntas de Poturo	-101.558608,18.796399
EL Tarepe	Juntas de Poturo	-101.559242,18.809122
<hr/>		
Nacimiento de agua	Santa Rosa	-101.615213,18.797325
Barranca del Ciriancito	Santa Rosa	-101.6154406,18.7935083
Barranca de los Mangos	Santa Rosa	-101.6122170,18.7954392
Embalse	Santa Rosa	-101.6096049,18.7912065
Cañada del Guaricho	Santa Rosa	-101.601401,18.778450
Mesa del Tigre	Santa Rosa	-101.5843759,18.7733234
<hr/>		

Anexo 4. Patrones espaciales percibidos de los servicios ecosistémicos y de la biodiversidad más valorados en cada ejido.

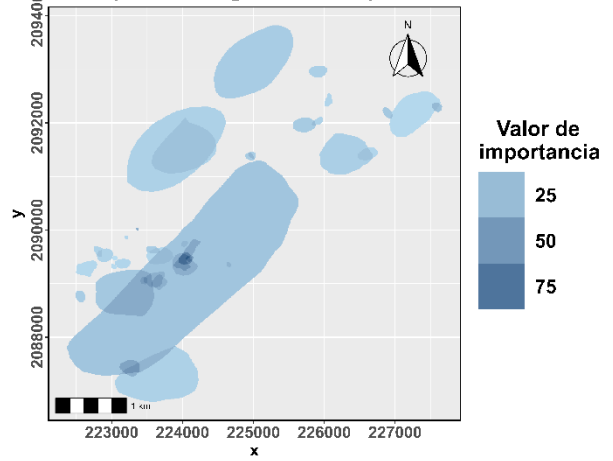
Anexo 4.1 Patrones espaciales percibidos de los servicios ecosistémicos y de la biodiversidad más valorados en Potrero de Corpus, Churumuco, Michoacán.



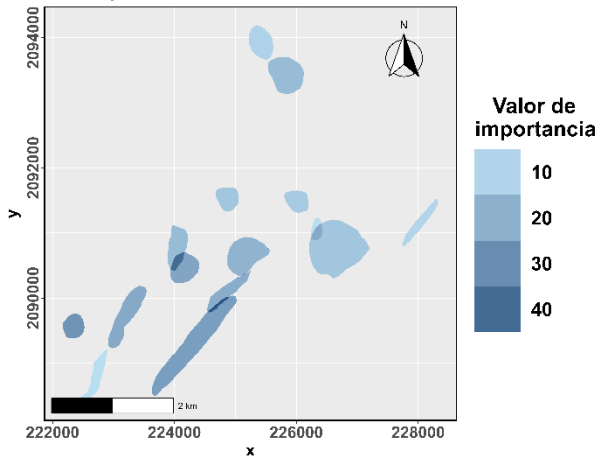
Ejido de Potrero de Corpus
SE de provisión-agrícola de huerto



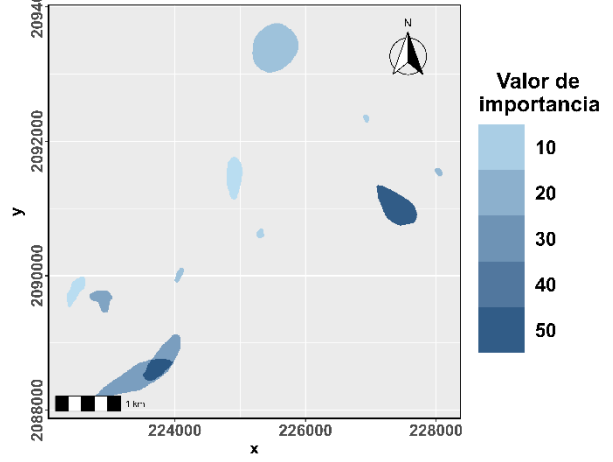
Ejido de Potrero de Corpus
SE de provisión-agrícola de milpa



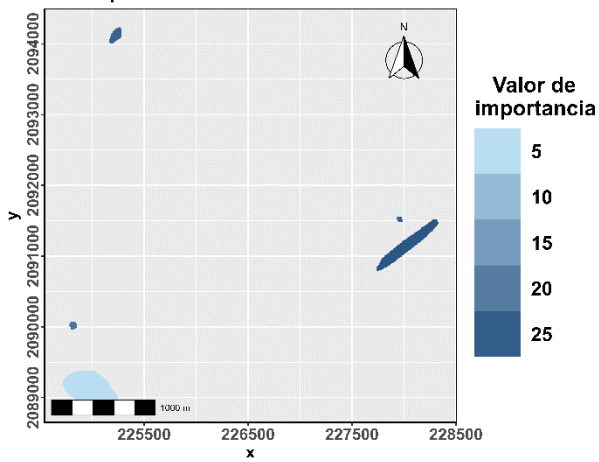
Ejido de Potrero de Corpus
SE de provisión de animales silvestres



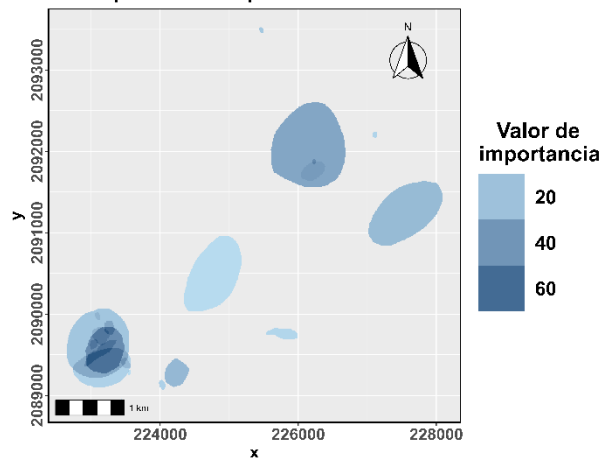
Ejido de Potrero de Corpus
SE de provisión de leña



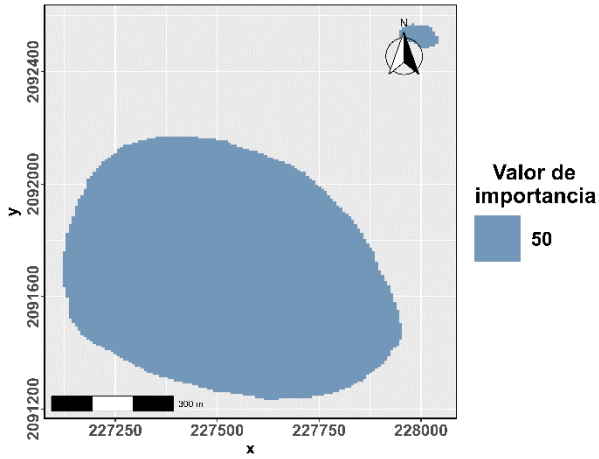
Ejido de Potrero de Corpus
SE de provisión de madera



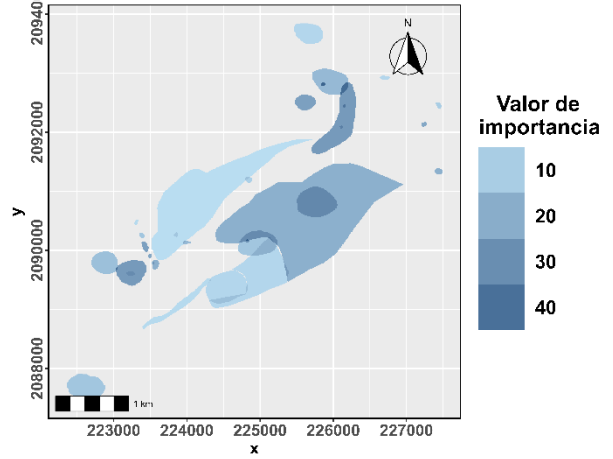
Ejido de Potrero de Corpus
SE de provisión de plantas medicinales



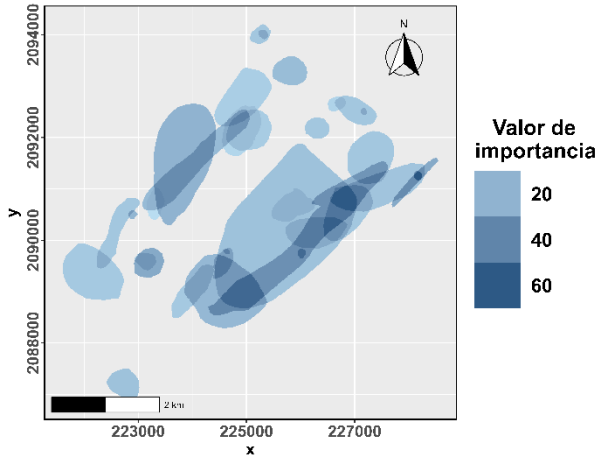
Ejido de Potrero de Corpus
SE de provisión de minerales



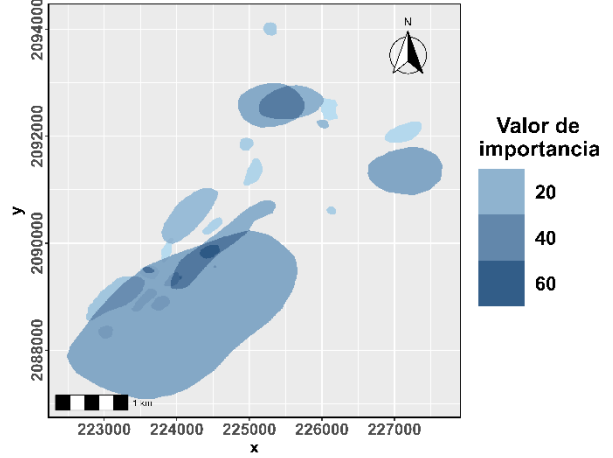
Ejido de Potrero de Corpus
SE de regulación de agua



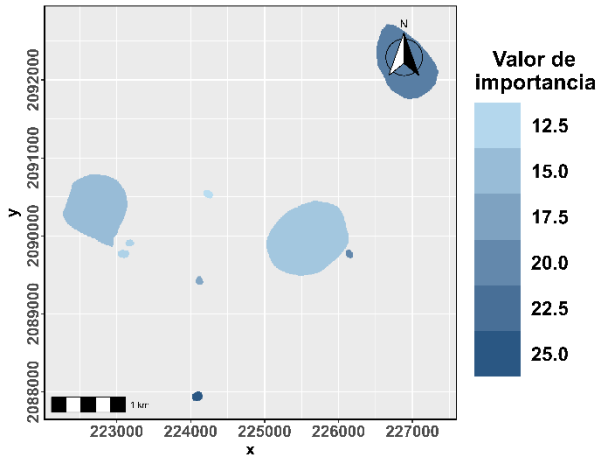
Ejido Potrero de Corpus
SE de regulación de calidad de aire



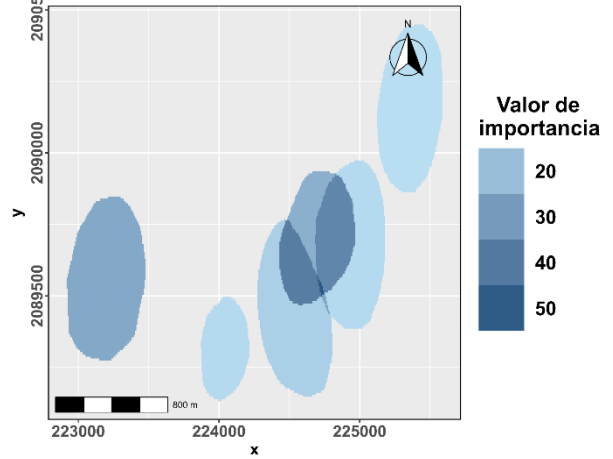
Ejido de Potrero de Corpus
SE de regulación de fertilidad

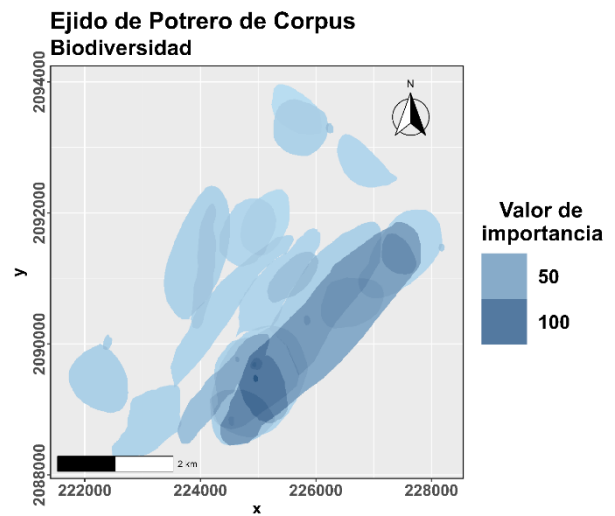
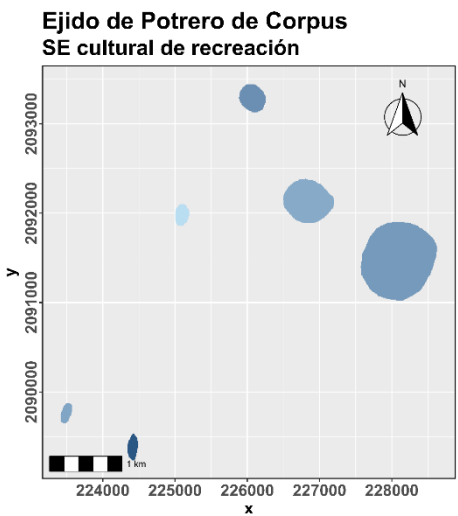
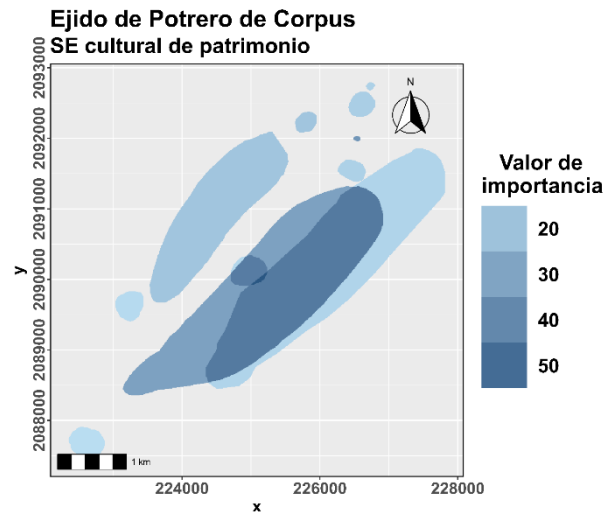
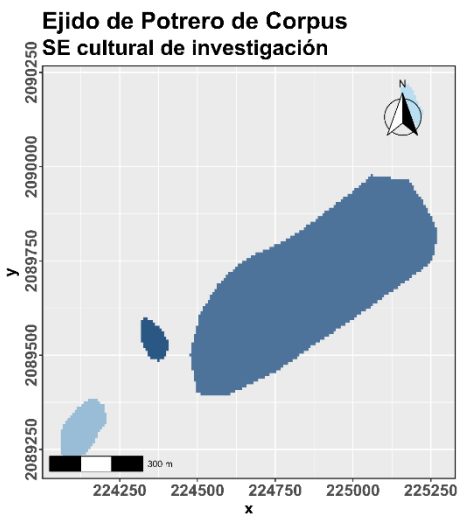
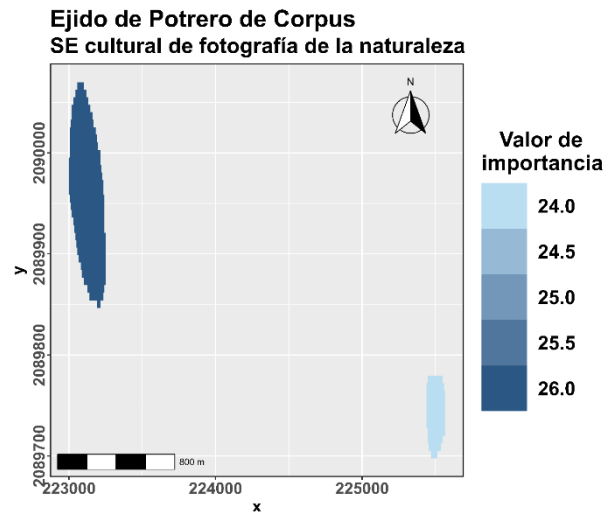
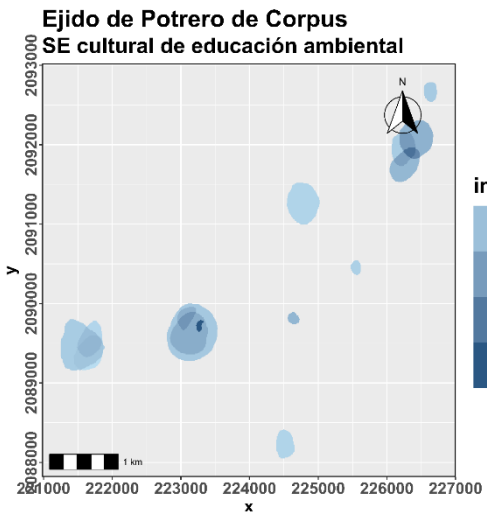


Ejido de Potrero de Corpus
SE de regulación de sombra para ganado

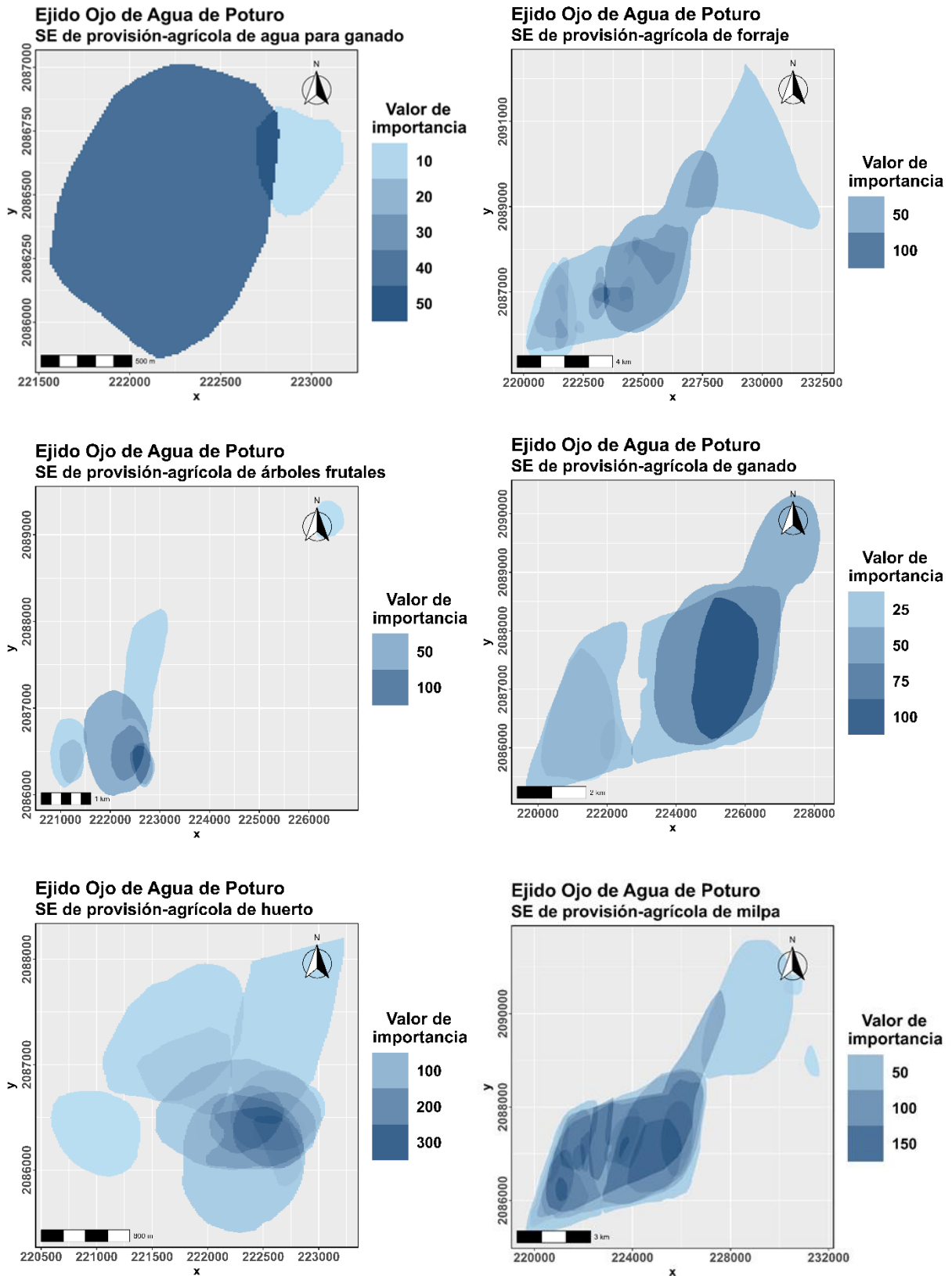


Ejido de Potrero de Corpus
SE cultural de ecoturismo

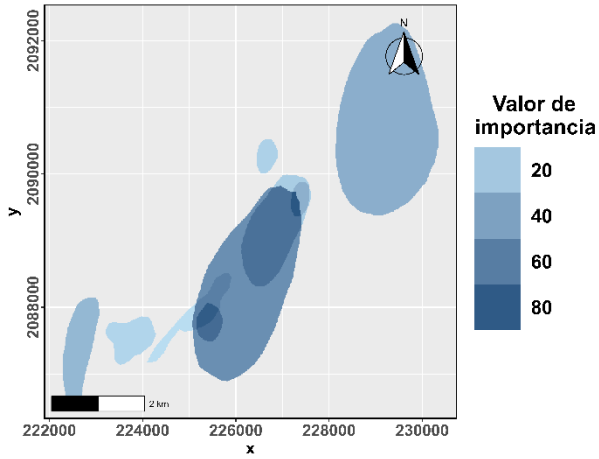




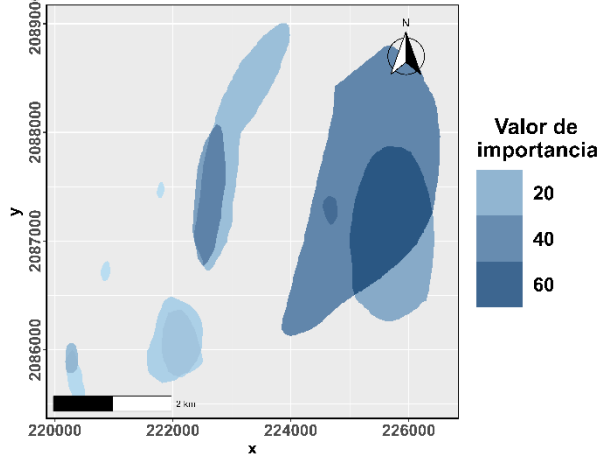
Anexo 4.2 Patrones espaciales percibidos de los servicios ecosistémicos y de la biodiversidad más valorados en Ojo de Agua de Poturo, Churumuco, Michoacán.



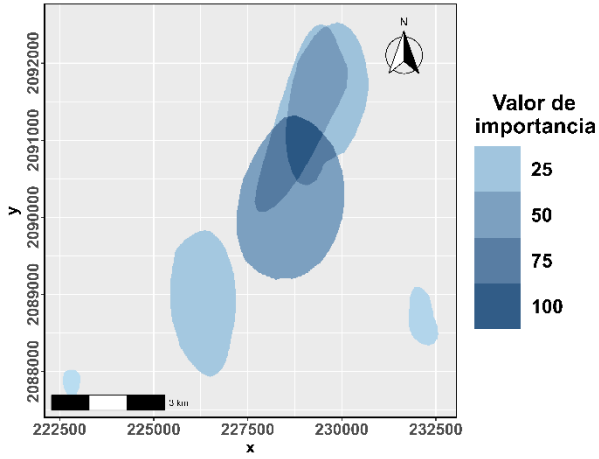
Ejido Ojo de Agua de Poturo
SE de provisión de animales silvestres



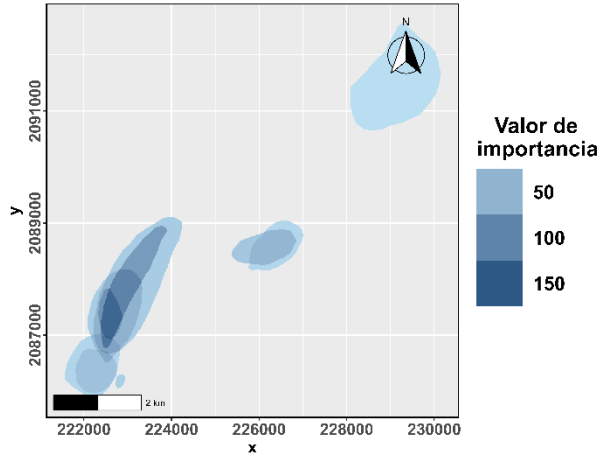
Ejido Ojo de Agua de Poturo
SE de provisión de leña



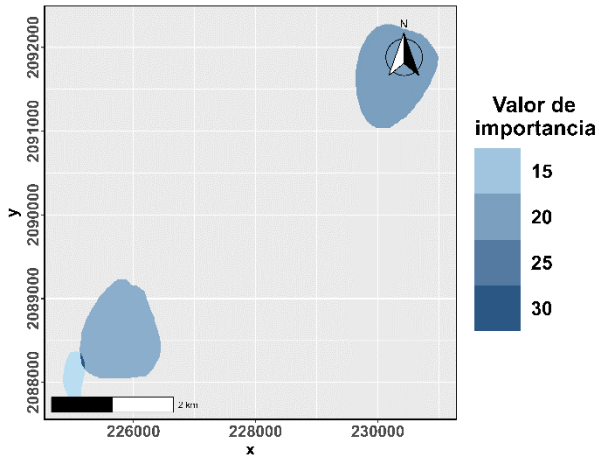
Ejido Ojo de Agua de Poturo
SE de provisión de madera



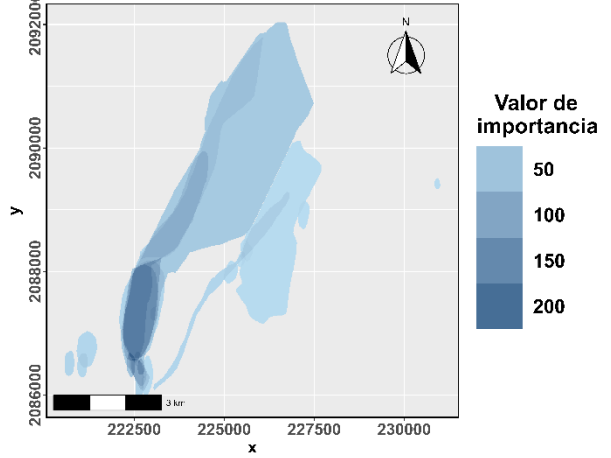
Ejido Ojo de Agua de Poturo
SE de provisión de plantas medicinales



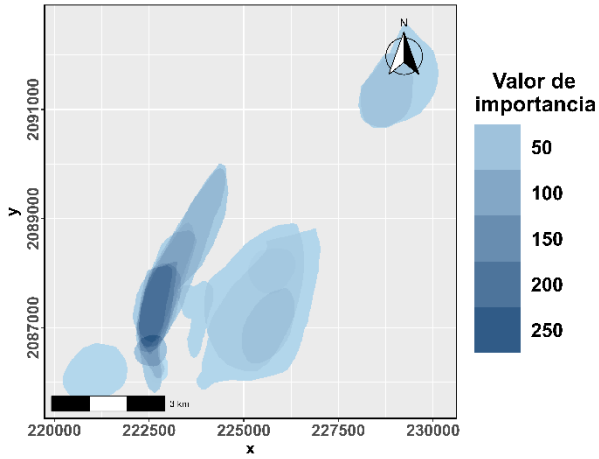
Ejido Ojo de Agua de Poturo
SE de provisión de minerales



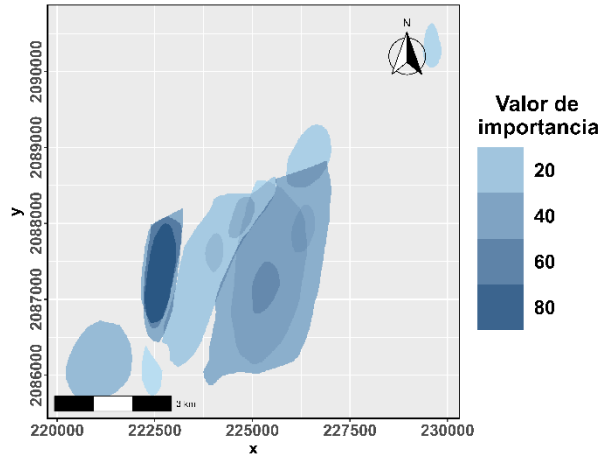
Ejido Ojo de Agua de Poturo
SE de regulación de agua



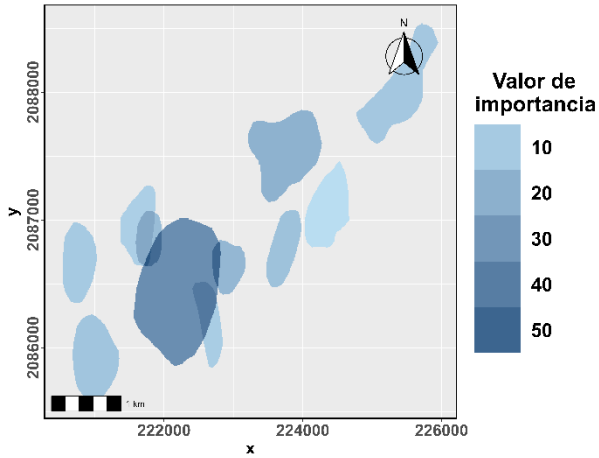
Ejido Ojo de Agua de Poturo
SE de regulación de calidad de aire



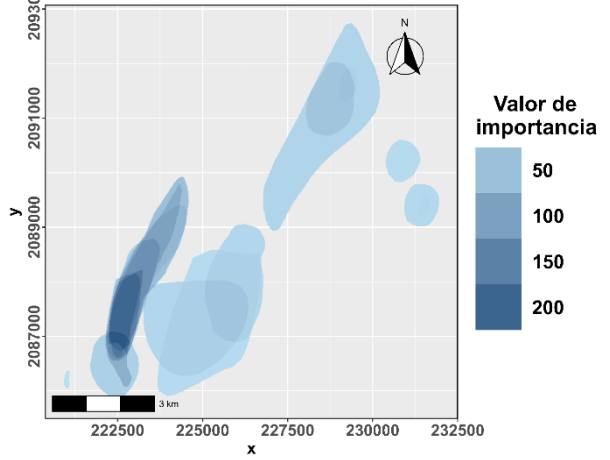
Ejido Ojo de Agua de Poturo
SE de regulación de fertilidad



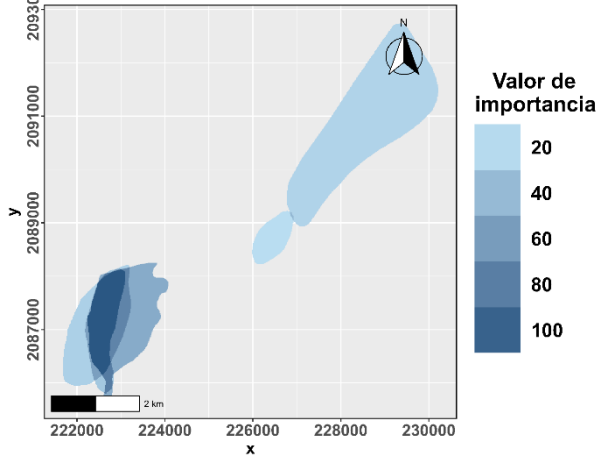
Ejido Ojo de Agua de Poturo
SE de regulación de sombra para ganado



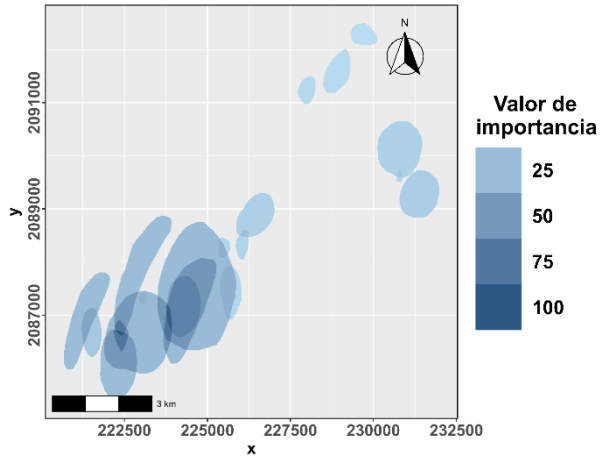
Ejido Ojo de Agua de Poturo
SE cultural de educación ambiental



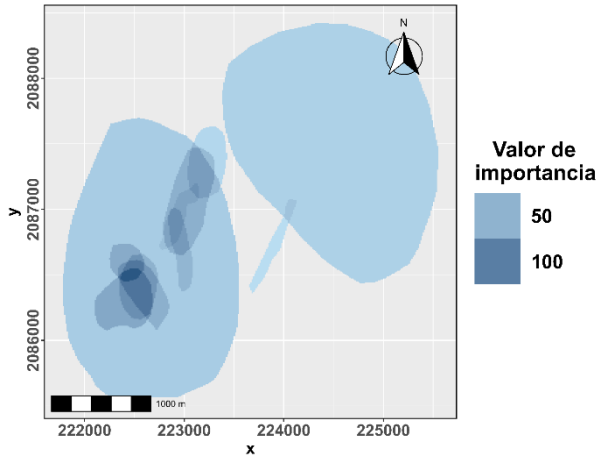
Ejido Ojo de Agua de Poturo
SE cultural de investigación



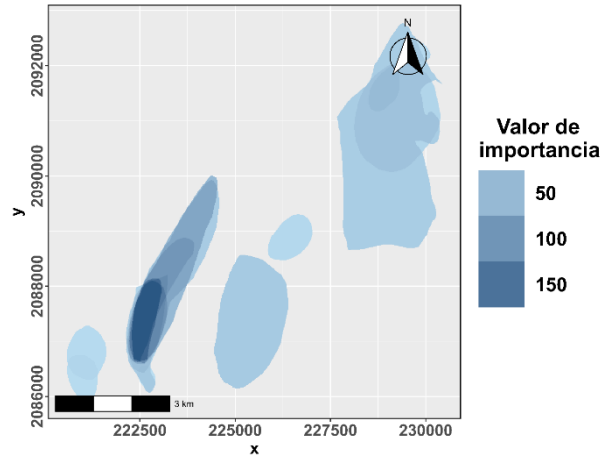
Ejido Ojo de Agua de Poturo
SE de regulación de patrimonio



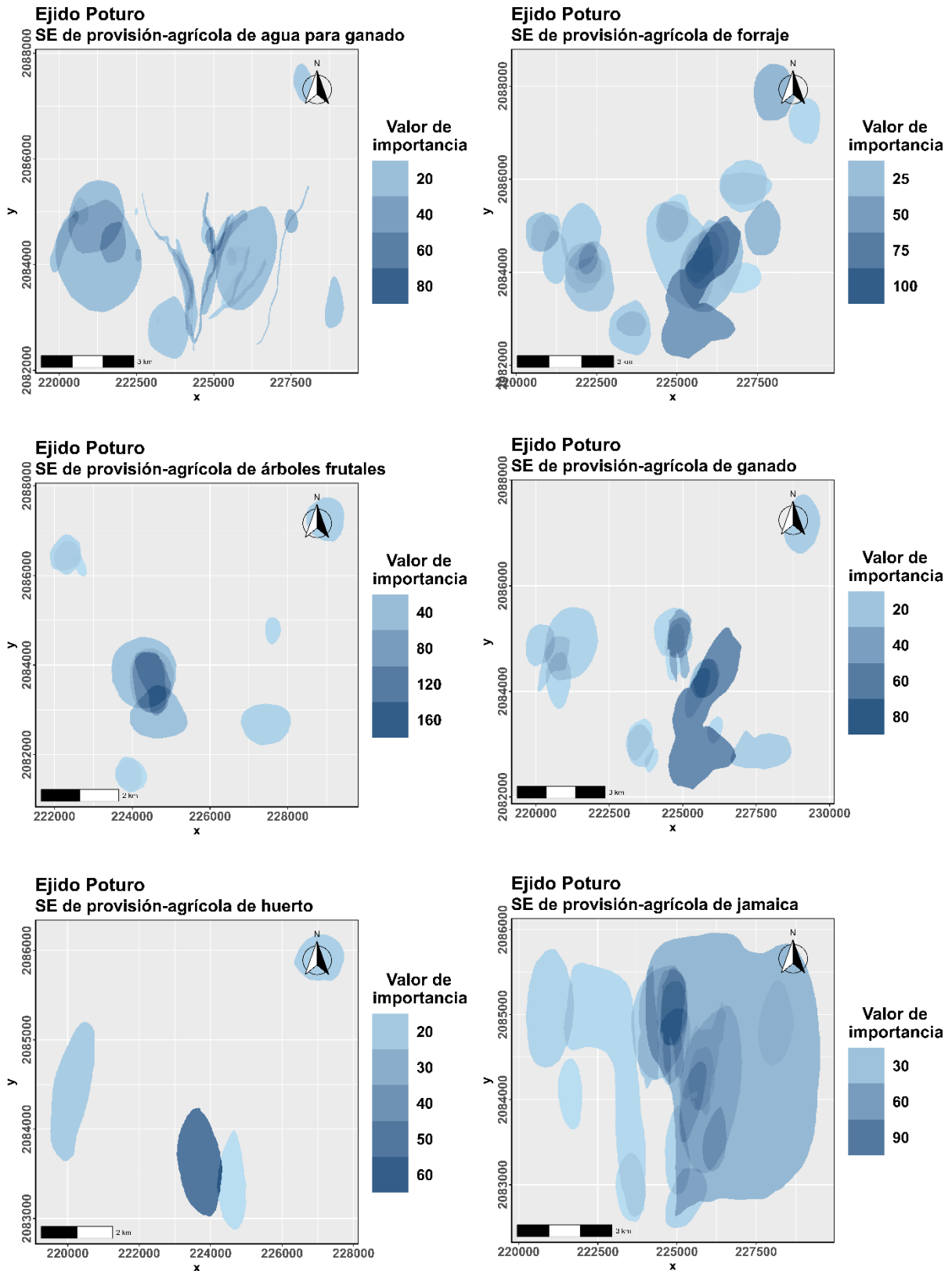
Ejido Ojo de Agua de Poturo
SE cultural de recreación



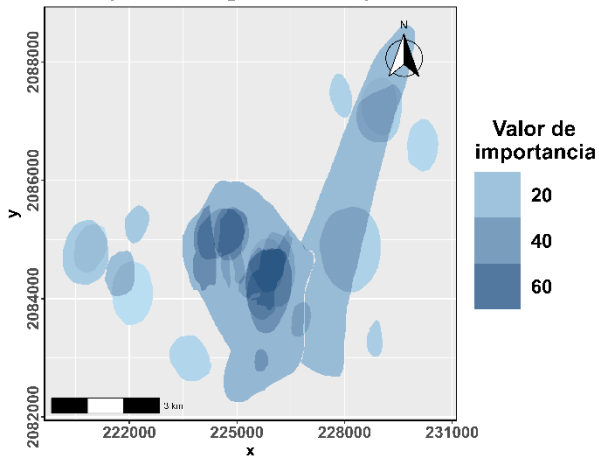
Ejido Ojo de Agua de Poturo
Biodiversidad



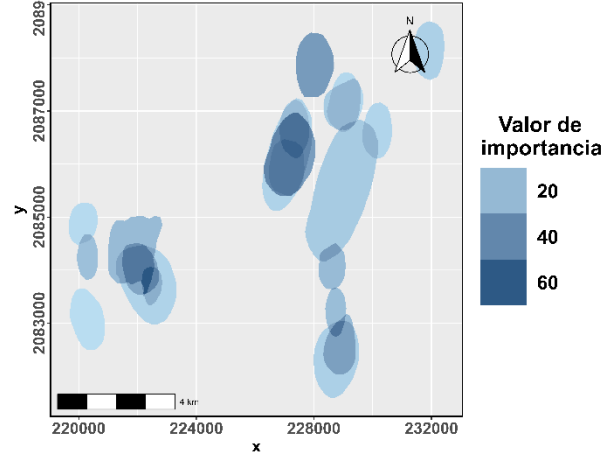
Anexo 4.3 Patrones espaciales percibidos de los servicios ecosistémicos y de la biodiversidad más valorados en Poturo, Churumuco, Michoacán.



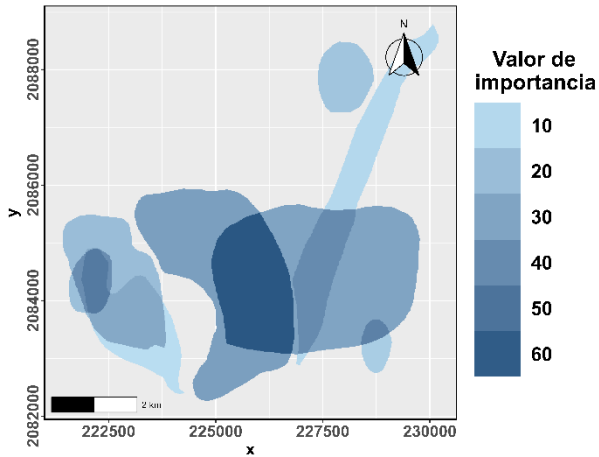
Ejido Poturo
SE de provisión-agrícola de milpa



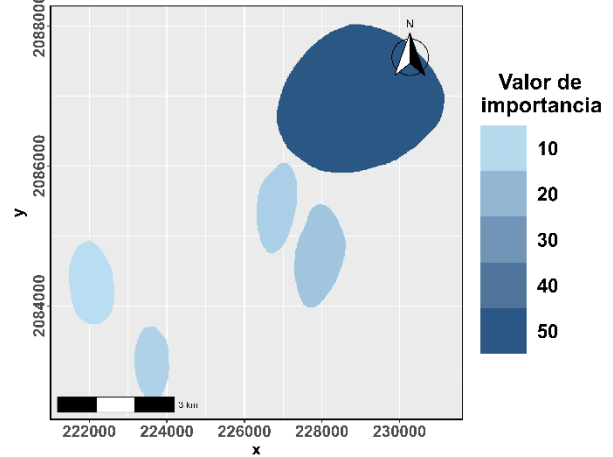
Ejido Poturo
SE de provisión de animales silvestres



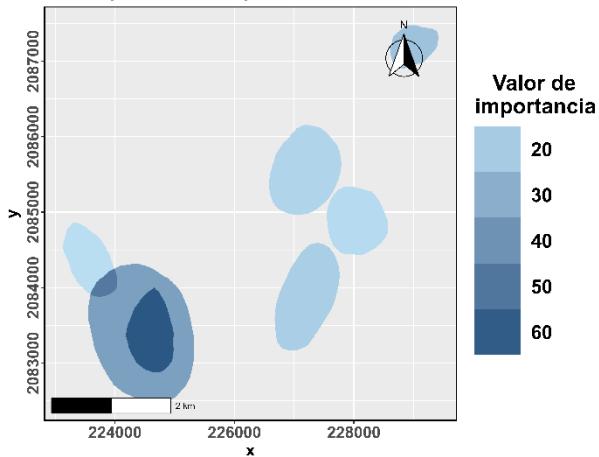
Ejido Poturo
SE de provisión de leña



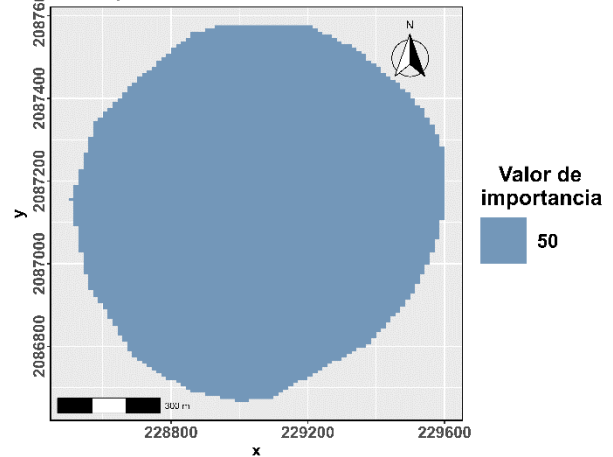
Ejido Poturo
SE de provisión de madera



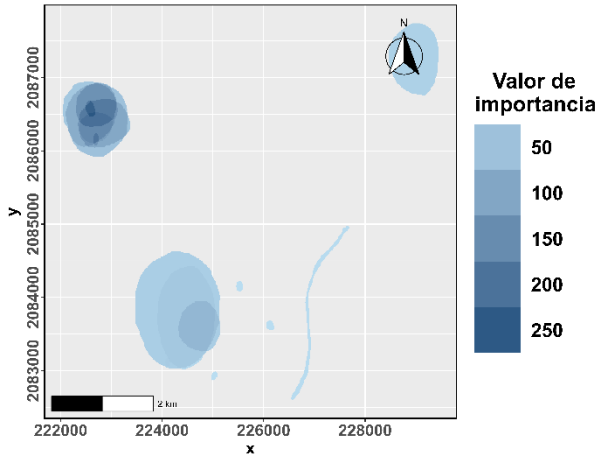
Ejido Poturo
SE de provisión de plantas medicinales



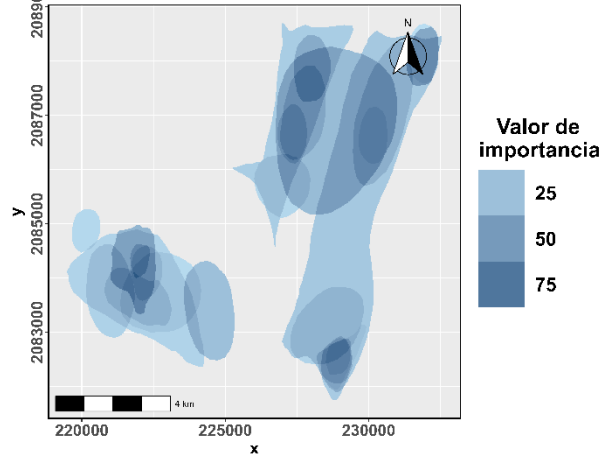
Ejido Poturo
SE de provisión de minerales



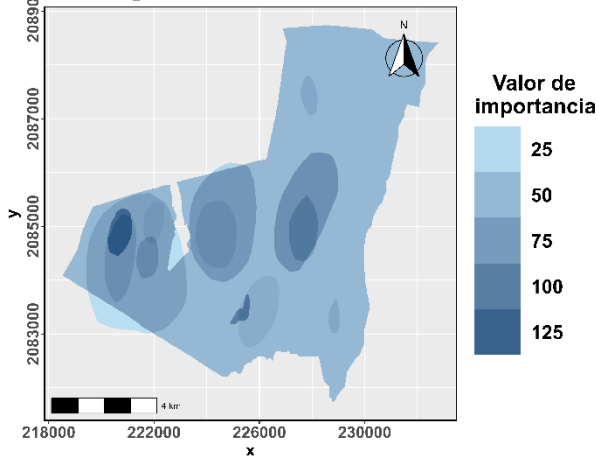
Ejido Poturo
SE de regulación de agua



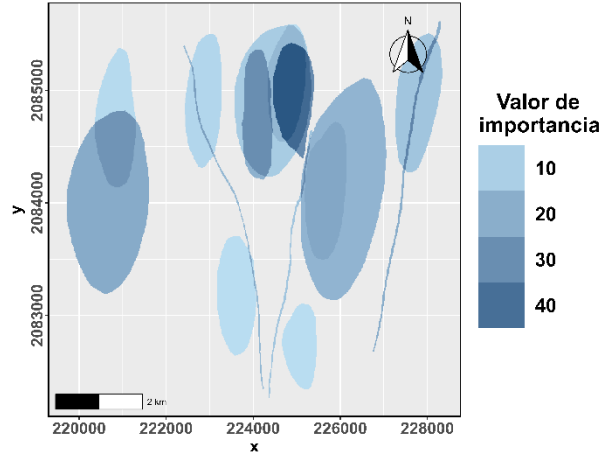
Ejido Poturo
SE de regulación de calidad de aire



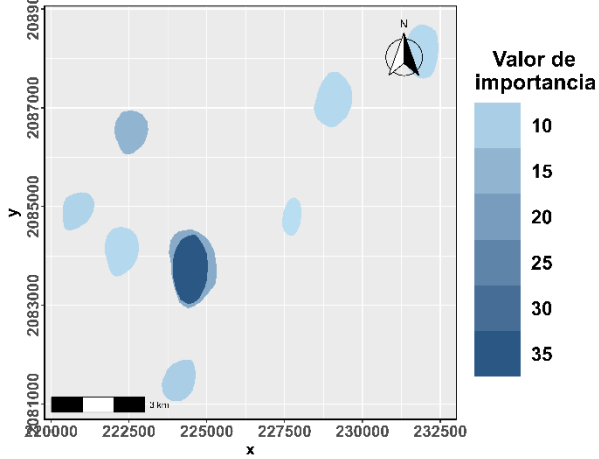
Ejido Poturo
SE de regulación de fertilidad



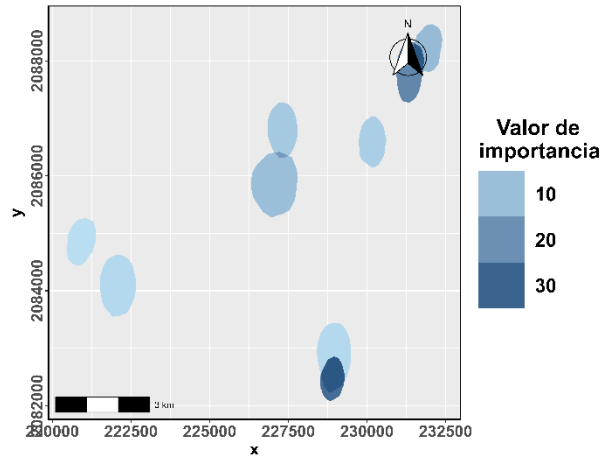
Ejido Poturo
SE de regulación de sombra para ganado



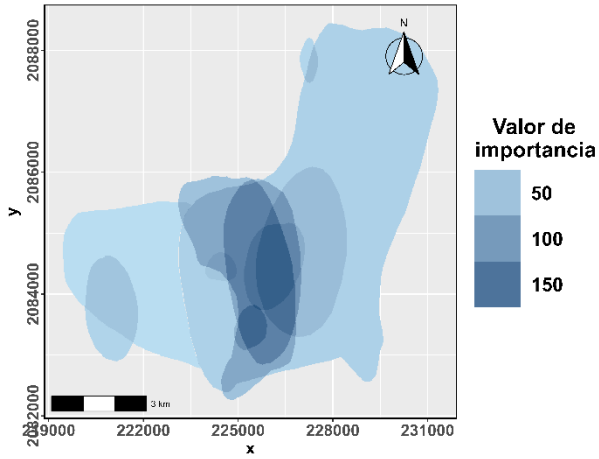
Ejido Poturo
SE cultural de educación ambiental



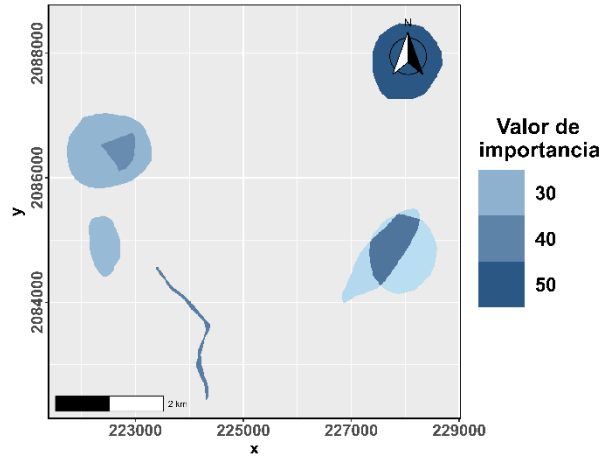
Ejido Poturo
SE cultural de fotografía de la naturaleza



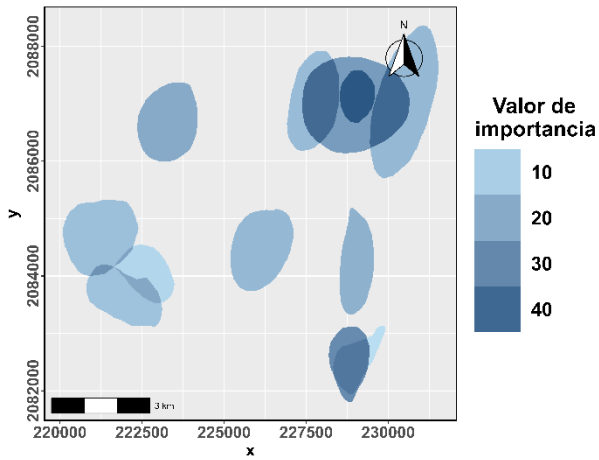
Ejido Poturo
SE cultural de patrimonio



Ejido Poturo
SE cultural de recreación

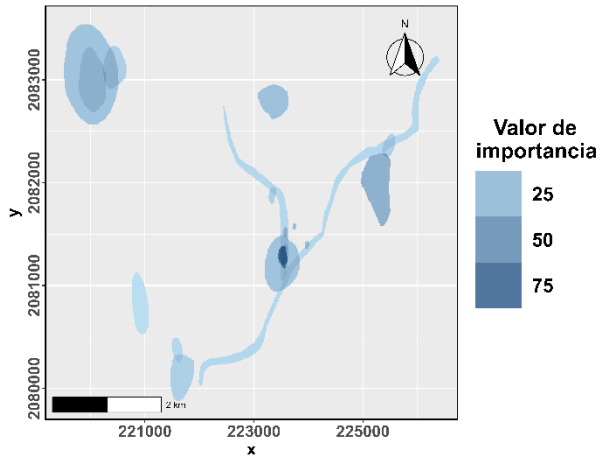


Ejido Poturo
Biodiversidad

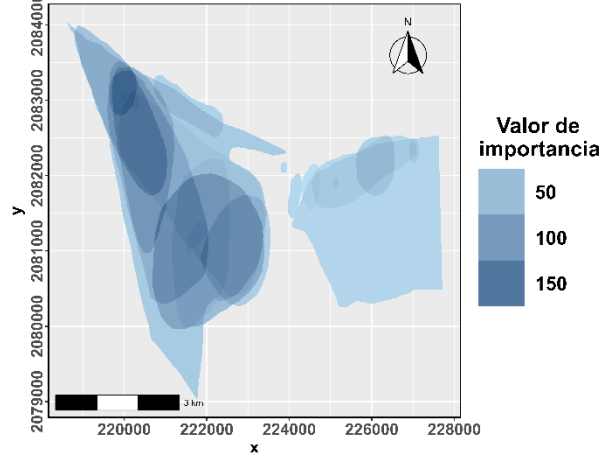


Anexo 4.4 Patrones espaciales percibidos de los servicios ecosistémicos y de la biodiversidad más valorados en Juntas de Poturo, Churumuco, Michoacán.

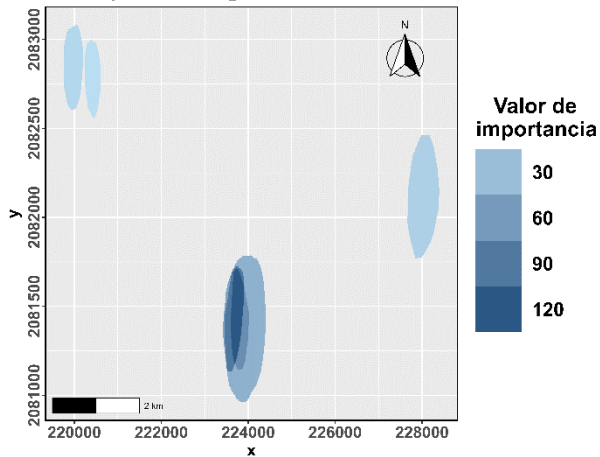
Ejido Juntas de Poturo
SE de provisión-agrícola de agua para ganado



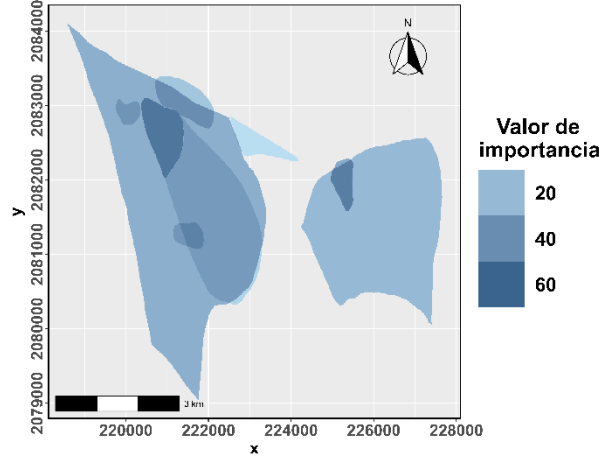
Ejido Juntas de Poturo
SE de provisión-agrícola de forraje



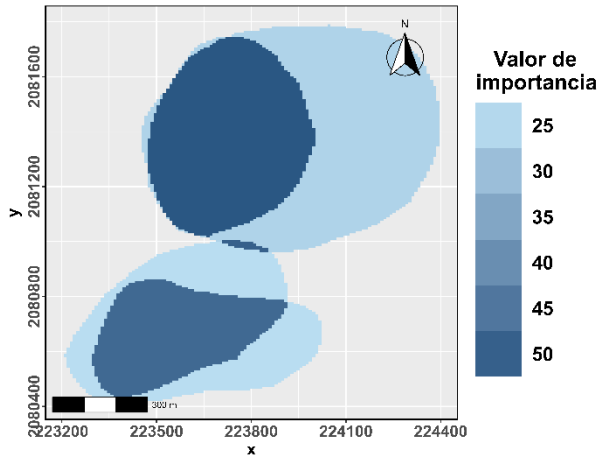
Ejido Juntas de Poturo
SE de provisión-agrícola de árboles frutales



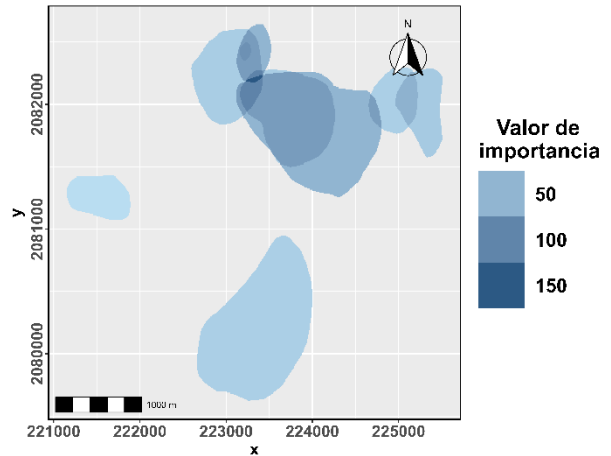
Ejido Juntas de Poturo
SE de provisión-agrícola de ganado



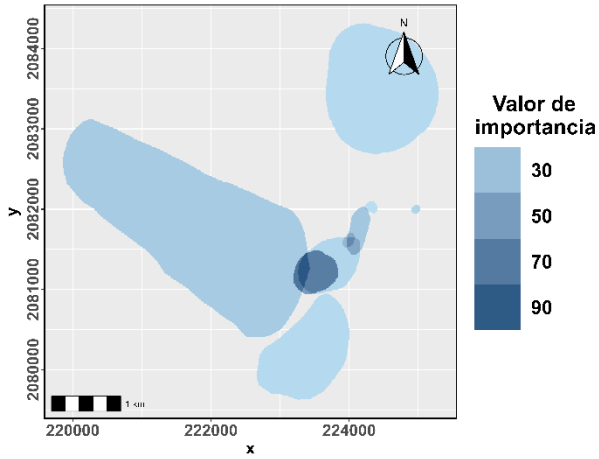
Ejido Juntas de Poturo
SE de provisión-agrícola de huerto



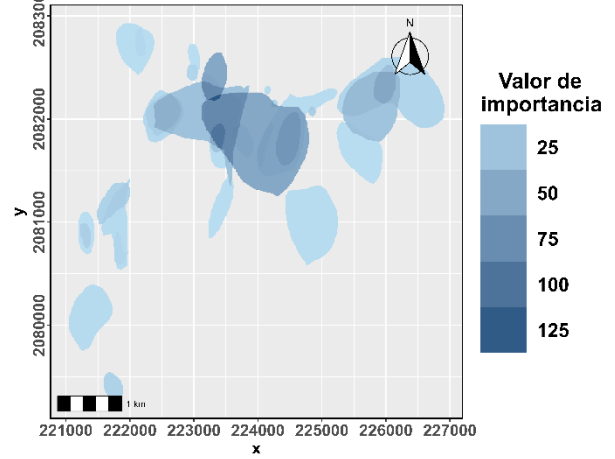
Ejido Juntas de Poturo
SE de provisión-agrícola de jamaica



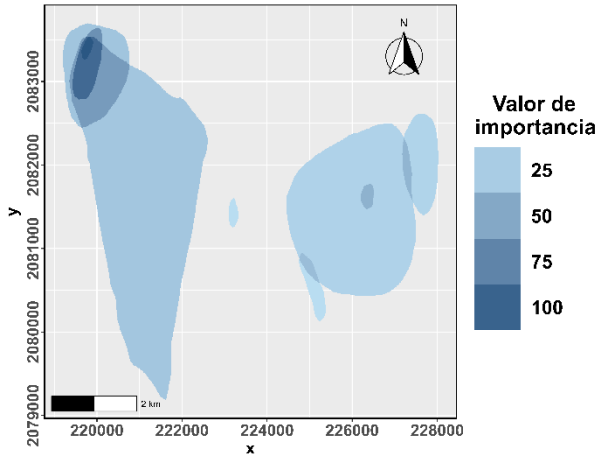
Ejido Juntas de Poturo
SE de provisión-agrícola de leche



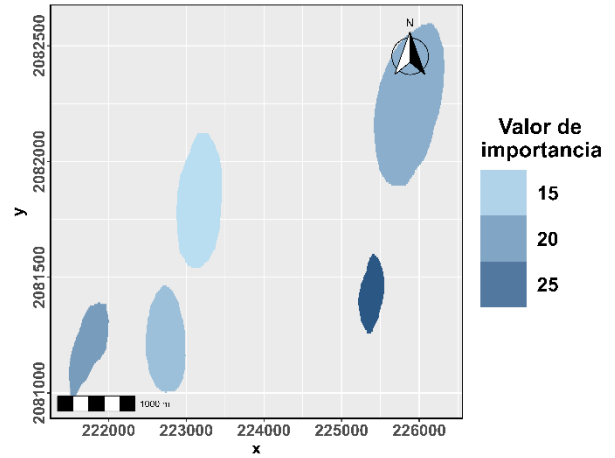
Ejido Juntas de Poturo
SE de provisión-agrícola de milpa



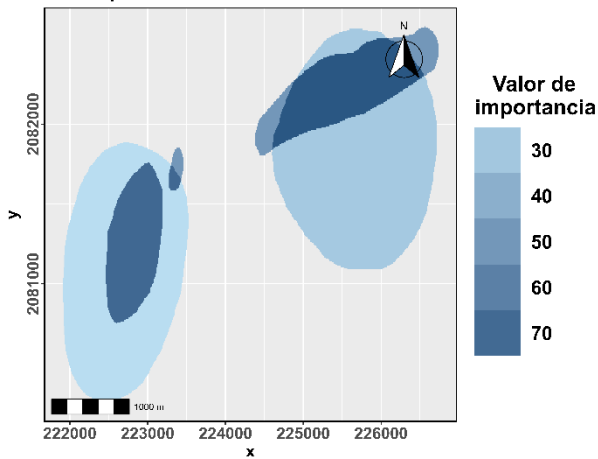
Ejido Juntas de Poturo
SE de provisión de animales silvestres



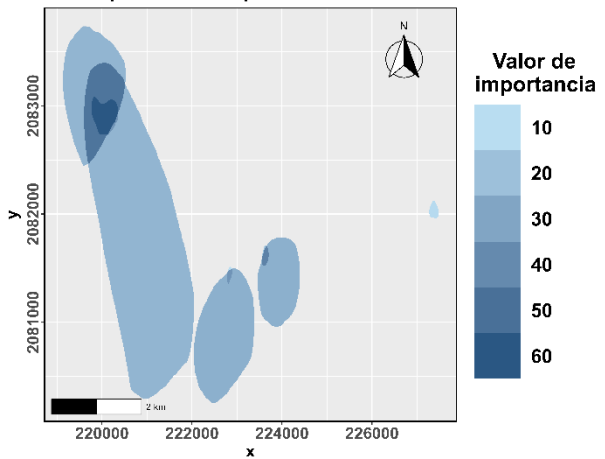
Ejido Juntas de Poturo
SE de provisión de leña



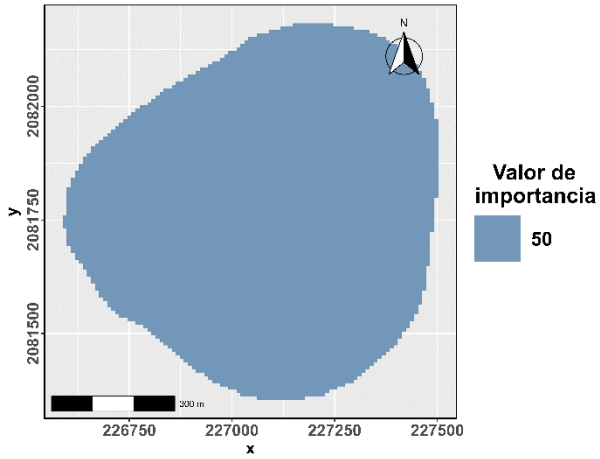
Ejido Juntas de Poturo
SE de provisión de madera



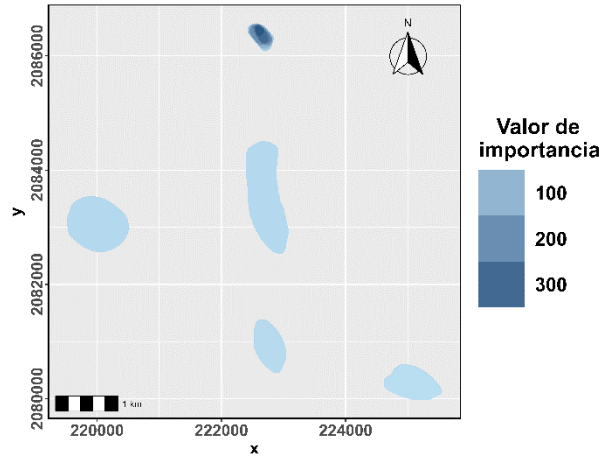
Ejido Juntas de Poturo
SE de provisión de plantas medicinales



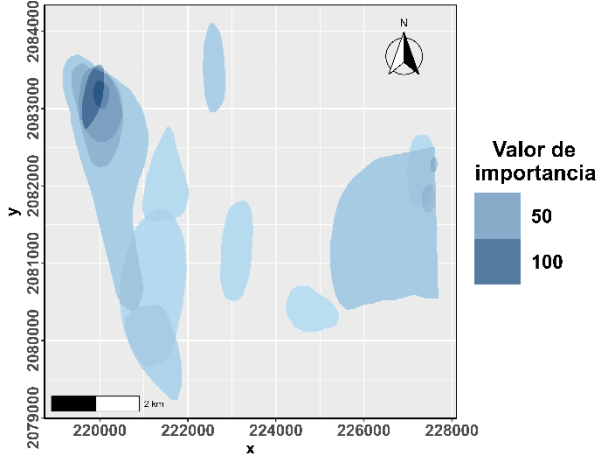
Ejido Juntas de Poturo
SE de provisión de minerales



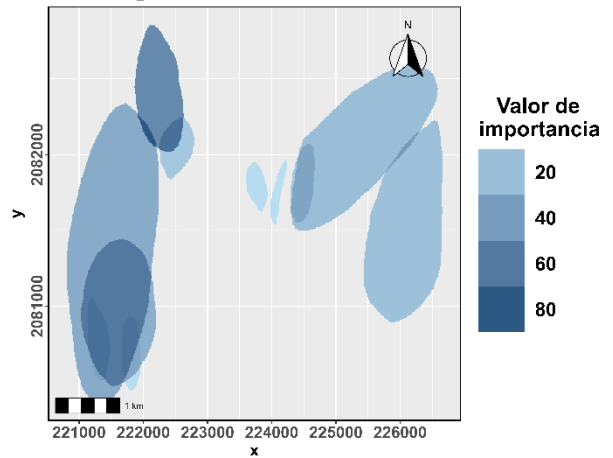
Ejido Juntas de Poturo
SE de regulación de agua



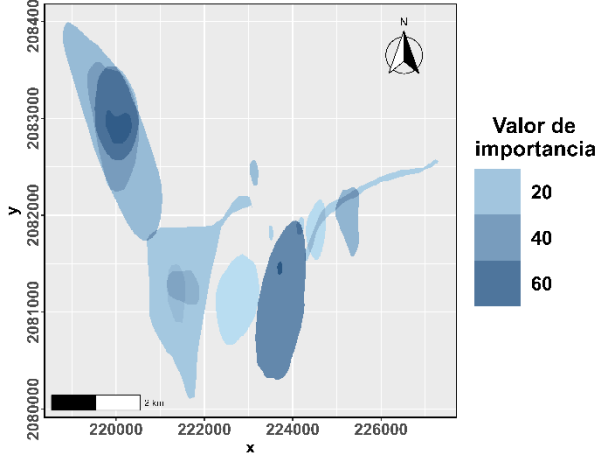
Ejido Juntas de Poturo
SE de regulación de calidad de aire



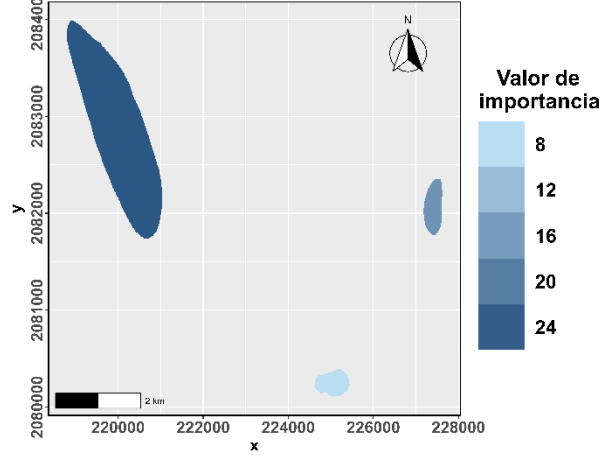
Ejido Juntas de Poturo
SE de regulación de fertilidad



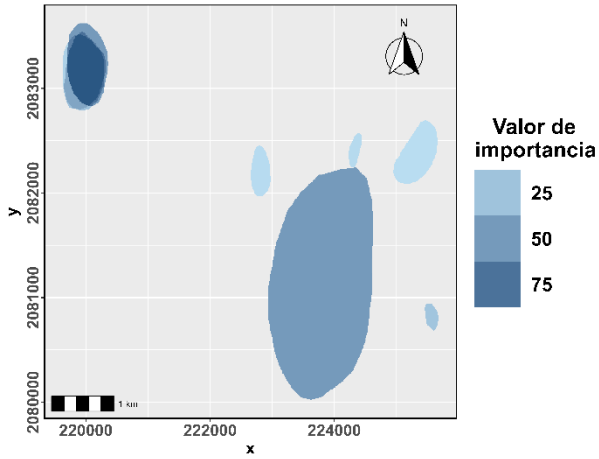
Ejido Juntas de Poturo
SE de regulación de sombra para ganado



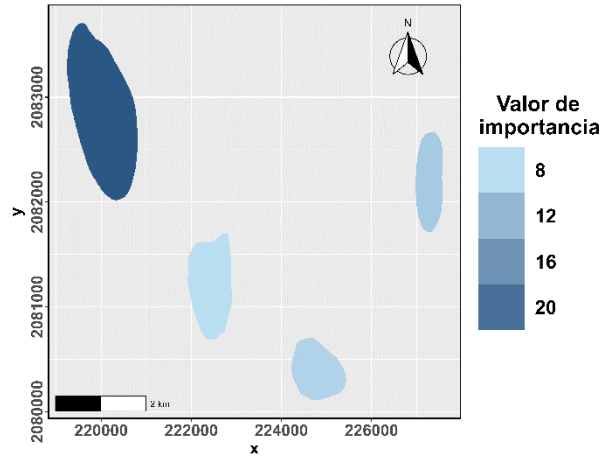
Ejido Juntas de Poturo
SE cultural de ecoturismo



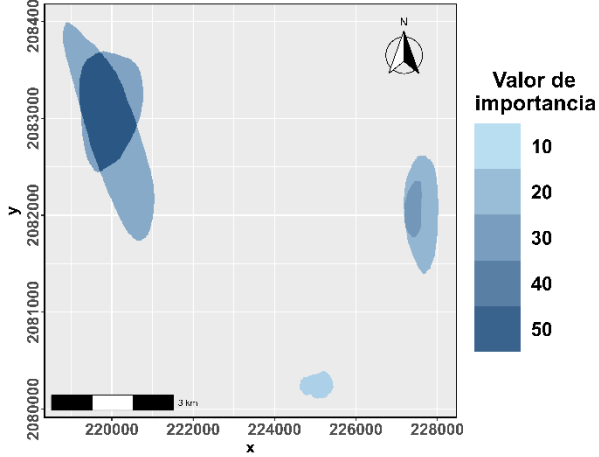
Ejido Juntas de Poturo
SE cultural de educación ambiental



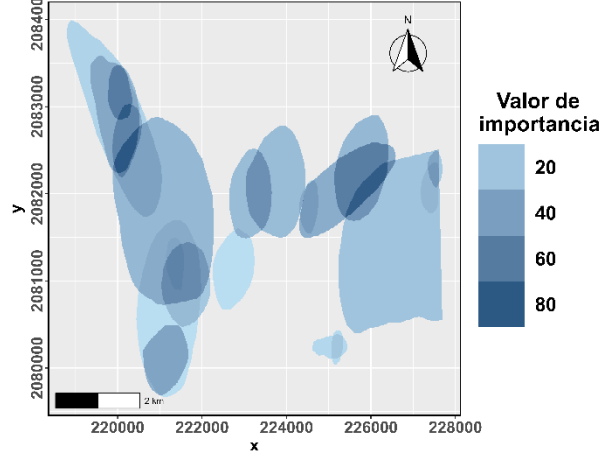
Ejido Juntas de Poturo
SE cultural de Fotografía de la naturaleza



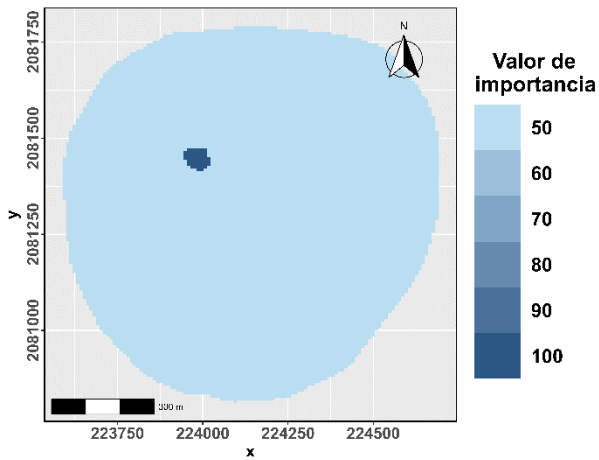
Ejido Juntas de Poturo
SE cultural de investigación



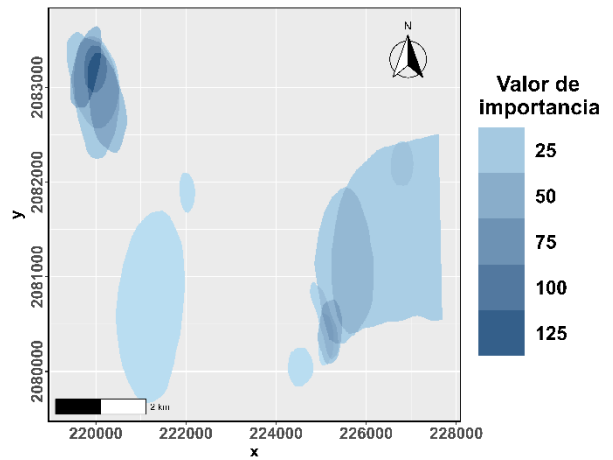
Ejido Juntas de Poturo
SE cultural de patrimonio



Ejido Juntas de Poturo
SE cultural de recreación

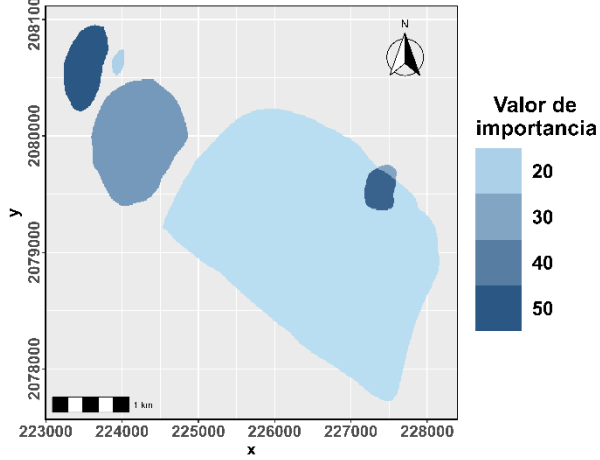


Ejido Juntas de Poturo
Biodiversidad

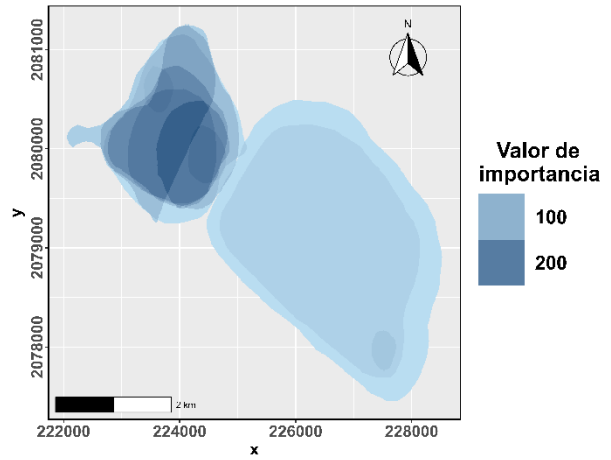


Anexo 4.5 Patrones espaciales percibidos de los servicios ecosistémicos y de la biodiversidad más valorados en Santa Rosa, Churumuco, Michoacán.

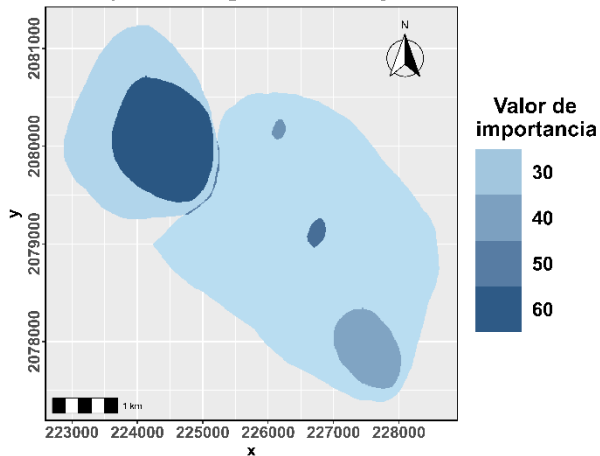
Ejido Santa Rosa
SE de provisión-agrícola de agua para ganado



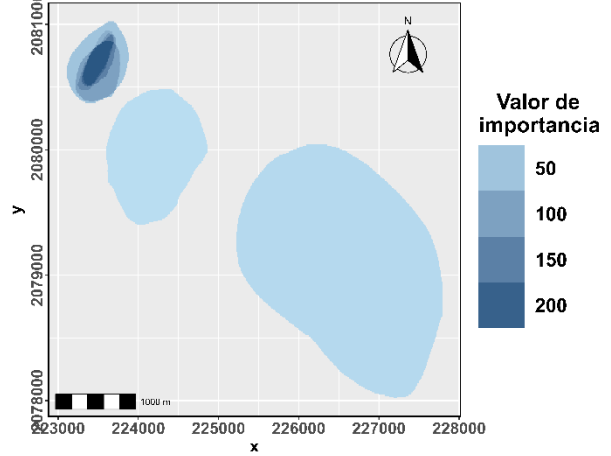
Ejido Santa Rosa
SE de provisión-agrícola de animales trabajo



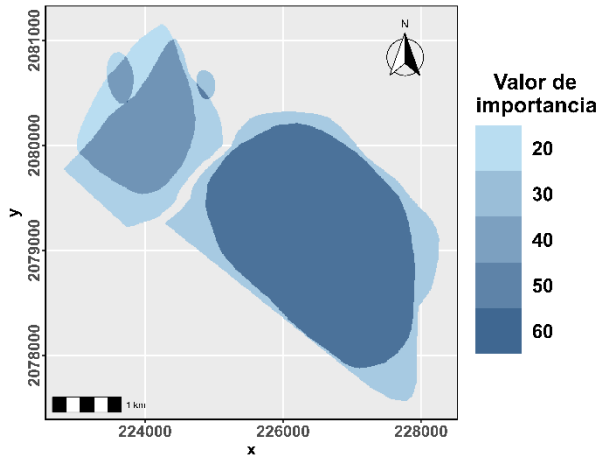
Ejido Santa Rosa
SE de provisión-agrícola de forraje



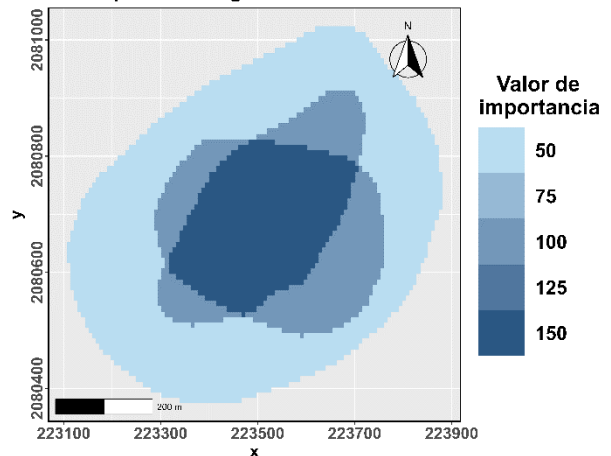
Ejido Santa Rosa
SE de provisión-agrícola de árboles frutales



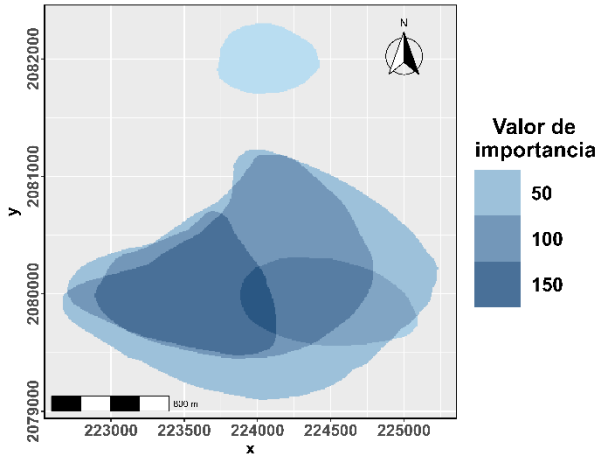
Ejido Santa Rosa
SE de provisión-agrícola de ganado



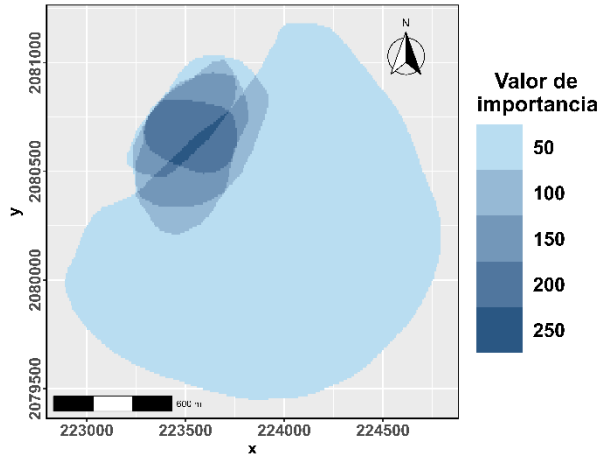
Ejido Santa Rosa
SE de provisión-agrícola de huerto



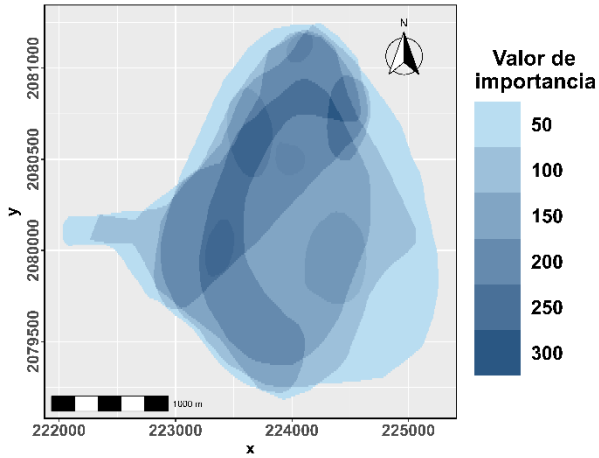
Ejido Santa Rosa
SE de provisión-agrícola de jamaica



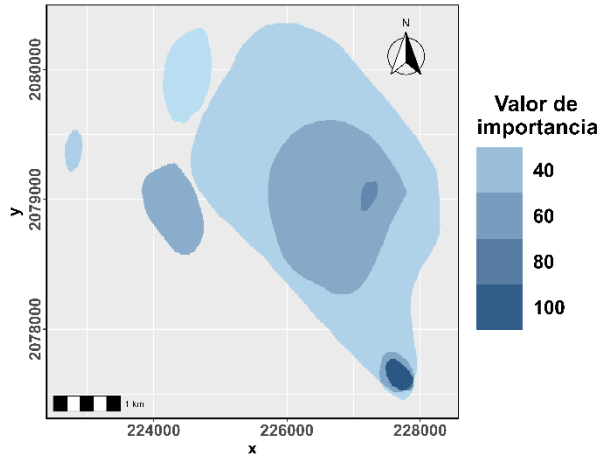
Ejido Santa Rosa
SE de provisión-agrícola de leche



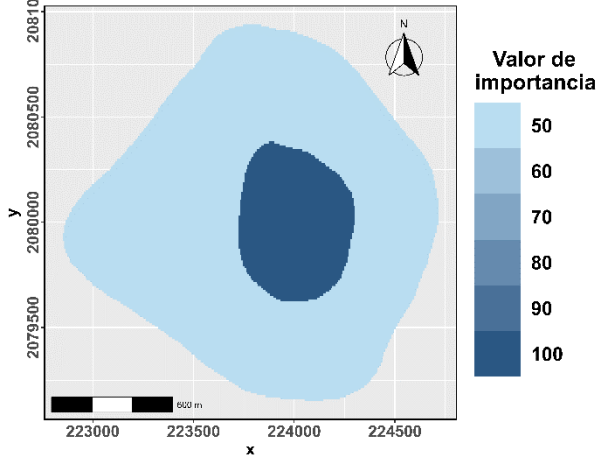
Ejido Santa Rosa
SE de provisión-agrícola de milpa



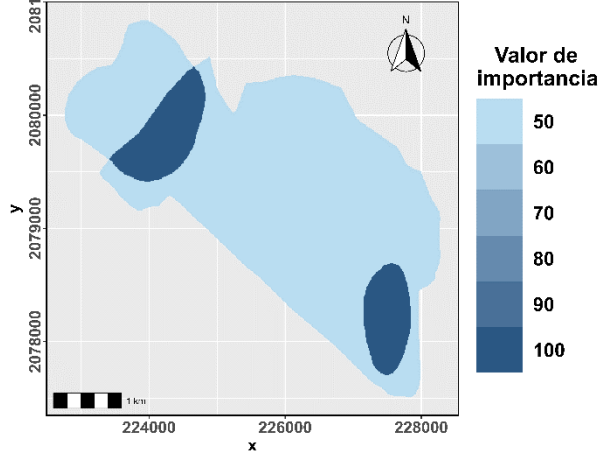
Ejido Santa Rosa
SE de provisión de animales silvestres



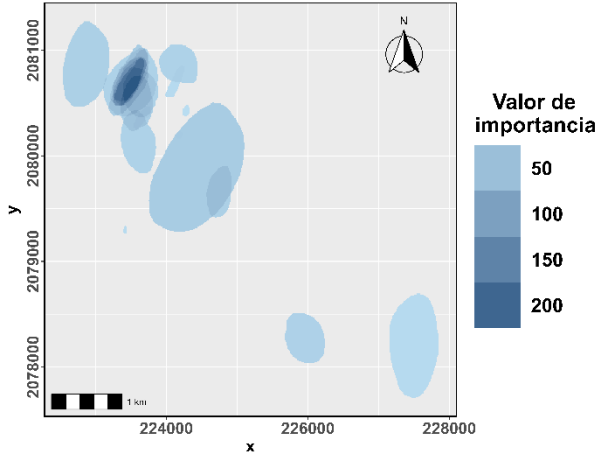
Ejido Santa Rosa
SE de provisión de leña



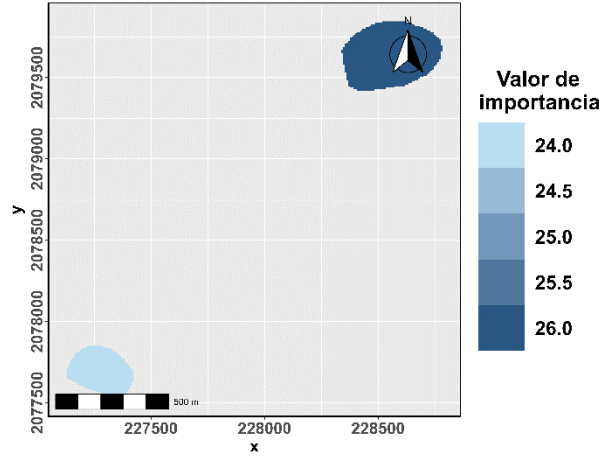
Ejido Santa Rosa
SE de provisión de madera



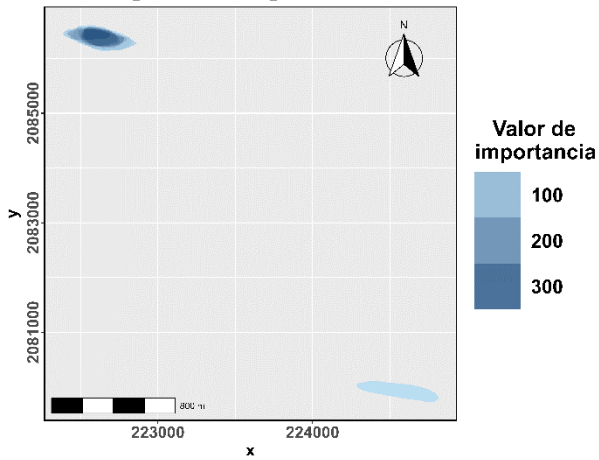
Ejido Santa Rosa
SE de provisión de plantas medicinales



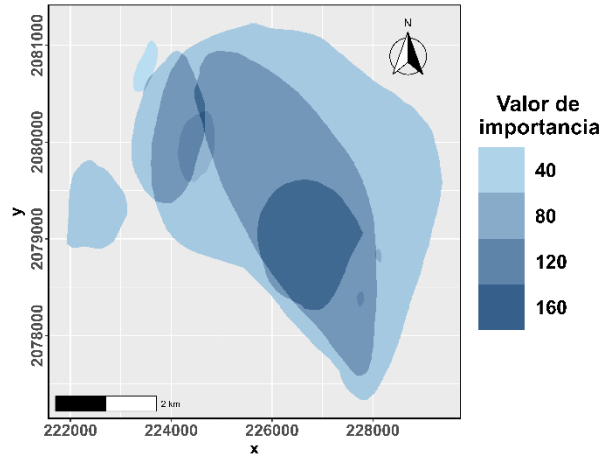
Ejido Santa Rosa
SE de provisión de minerales



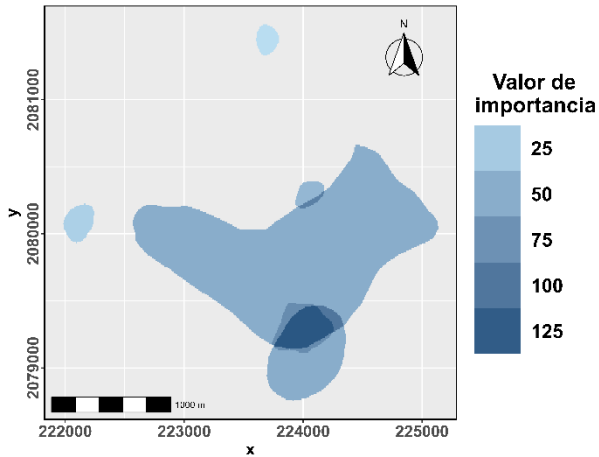
Ejido Santa Rosa
SE de regulación de agua



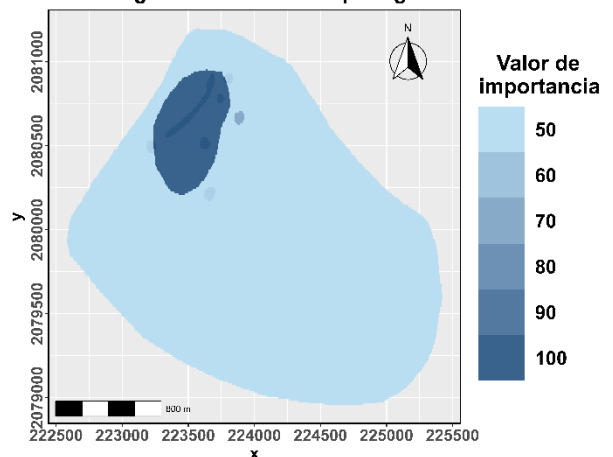
Ejido Santa Rosa
SE de regulación de calidad de aire



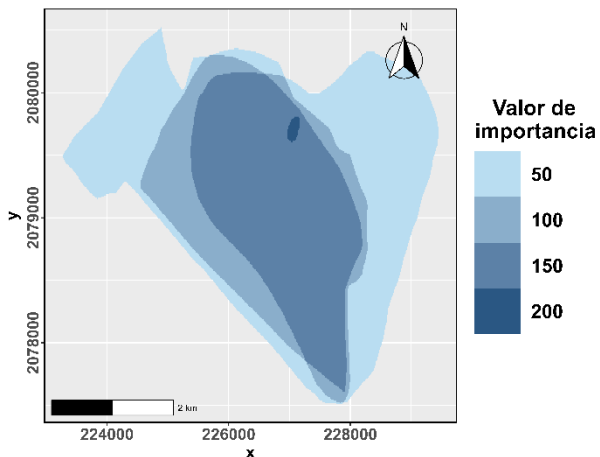
Ejido Santa Rosa
SE de regulación de fertilidad



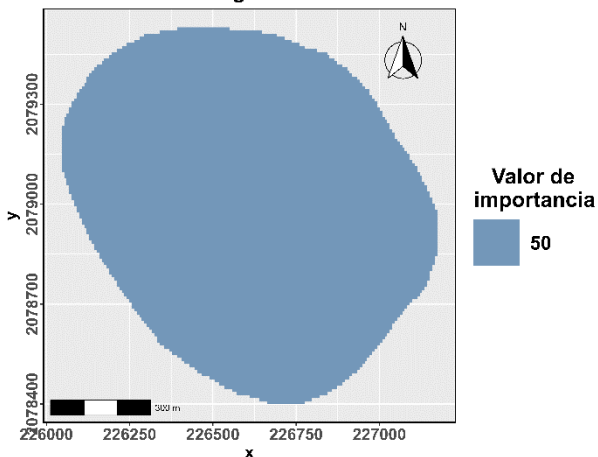
Ejido Santa Rosa
SE de regulación de sombra para ganado



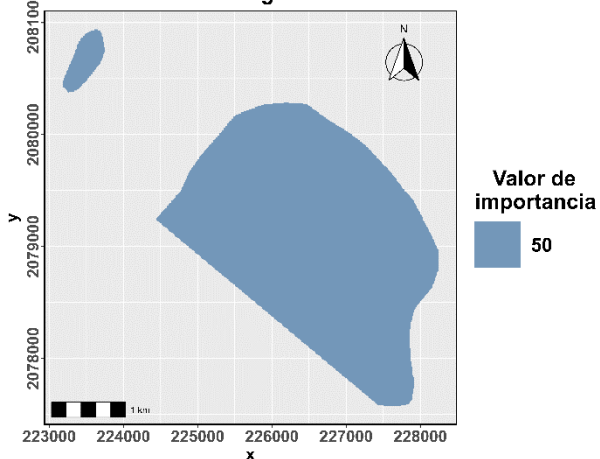
Ejido Santa Rosa
SE cultural de educación ambiental



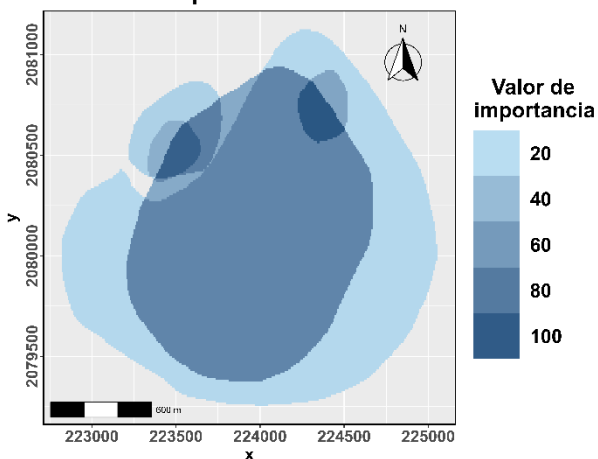
Ejido Santa Rosa
SE cultural de fotografía de la naturaleza



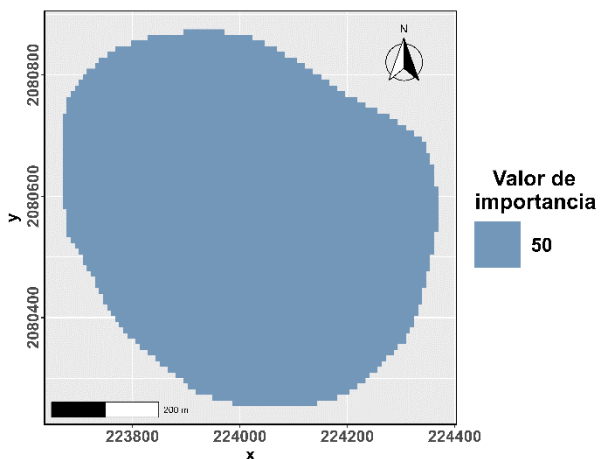
Ejido Santa Rosa
SE cultural de investigación



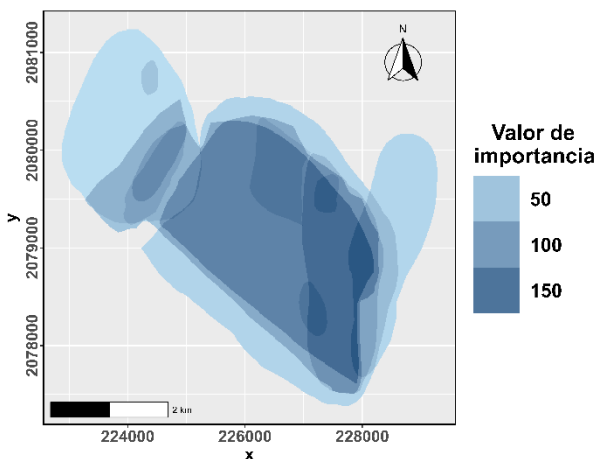
Ejido Santa Rosa
SE cultural de patrimonio



Ejido Santa Rosa
SE cultural de recreación



Ejido Santa Rosa
Biodiversidad



Anexo 5 A. Cuartiles para los Valores de Importancia de los paquetes de servicios ecosistémicos y biodiversidad para cada ejido.

Número de cuartil	Ejido	Valor de Importancia
Q1	Potrero de Corpus	2.5
Q2	Potrero de Corpus	29
Q3	Potrero de Corpus	49
Q4	Potrero de Corpus	136
Q1	Ojo de Agua de Poturo	10
Q2	Ojo de Agua de Poturo	82
Q3	Ojo de Agua de Poturo	146
Q4	Ojo de Agua de Poturo	329
Q1	Poturo	0
Q2	Poturo	40
Q3	Poturo	68.5
Q4	Poturo	255
Q1	Juntas de Poturo	0
Q2	Juntas de Poturo	66
Q3	Juntas de Poturo	92
Q4	Juntas de Poturo	350
Q1	Santa Rosa	0
Q2	Santa Rosa	103.5
Q3	Santa Rosa	177.5
Q4	Santa Rosa	376

Anexo 5B. Descripción de las categorías de Valor de Importancia de los paquetes de servicios ecosistémicos y biodiversidad para cada ejido, basada en la estimación de cuartiles para ejidos.

Ejido	Valor de Importancia	Categoría
Potrero de Corpus	≤ 2.5	Bajo
Potrero de Corpus	$> 2.5 \leq 49$	Intermedio
Potrero de Corpus	$> 49 \leq 136$	Alto
Ojo de Agua de Poturo	≤ 10	Bajo
Ojo de Agua de Poturo	$> 10 \leq 146$	Intermedio
Ojo de Agua de Poturo	$> 146 \leq 329$	Alto
Poturo	0	Bajo
Poturo	$> 0 \leq 68.5$	Intermedio
Poturo	$> 68.5 \leq 255$	Alto
Juntas de Poturo	0	Bajo
Juntas de Poturo	$> 0 \leq 92$	Intermedio
Juntas de Poturo	$> 92 \leq 350$	Alto
Santa Rosa	0	Bajo
Santa Rosa	$> 0 \leq 177.5$	Intermedio
Santa Rosa	$> 177.5 \leq 376$	Alto