



[005/2019]

Servicios ecosistémicos de formaciones xerofíticas en la macrozona comprendida desde la Región de Arica y Parinacota hasta la Región de Antofagasta



005/2019

Servicios ecosistémicos de formaciones xerofíticas en la macrozona
comprendida desde la Región de Arica y Parinacota hasta la Región de
Antofagasta

financiado por

Fondo de Investigación del Bosque Nativo

Investigador(a) Responsable

Claudia Cerda J¹, Dr. Sc. Agr.

Co-investigadores

Iñigo Bidegain A, Msc. Dr. (c)¹

Antonio Vita A, Ing. For.²

Jorge Razeto M, Dr.³

Institución Patrocinante

Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza,
Universidad de Chile

Octubre, 2022

Santiago, Chile

¹ [Departamento de Gestión Forestal y su Medio Ambiente, Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza Universidad de Chile]

² [Departamento de Silvicultura, Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza Universidad de Chile]

³ [Departamento de Antropología, Facultad de Ciencias Sociales Universidad de Chile]

AGRADECIMIENTOS

El proyecto 005/2019 “*Servicios ecosistémicos de formaciones xerofíticas en la macrozona comprendida desde la Región de Arica y Parinacota hasta la Región de Antofagasta*” permitió generar redes de colaboración en torno a esta vegetación y los desafíos interdisciplinarios que enfrenta, las cuales pueden fortalecerse en el futuro con miras a una gestión sostenible. Muchas son las personas que hicieron posible este proyecto, a pesar las dificultades dada la pandemia, los problemas de migración en el área de estudio, y los desafíos socioambientales que el país enfrenta, incluyendo cuestionamientos al rol que la academia debe cumplir con miras al bienestar social.

Brindamos nuestros más sinceros agradecimientos:

Al Fondo de Investigación del Bosque Nativo de la Corporación Nacional Forestal por financiar la investigación y generar puentes para visualizar a las formaciones xerofíticas.

A Mario Meléndez de la Corporación Nacional Forestal por su excelente disposición y apoyo durante toda la ejecución del estudio.

A Juan Pablo Contreras de CONAF Antofagasta y Fernando Aravena de CONAF Tarapacá por sus valiosos aportes y excelente disposición para contribuir con el logro de los objetivos. Ellos fueron clave para lograr realizar entrevistas en terreno.

A Ana Araos por apoyar aspectos cartográficos del análisis.

A Francisca Esquerra, Cristián Araya y Victoria Téllez por el apoyo en búsqueda de información y análisis.

A Álvaro Casas, Gabriela Alfaro, Daniel Castro y Javiera Núñez por su fundamental apoyo local en la realización de entrevistas a comunidades.

A Nasuk Coussy por su apoyo como abogado para robustecer nuestra comprensión del marco legal de las formaciones xerofíticas.

A los habitantes locales que amablemente tuvieron la disposición a responder la entrevista cualitativa del proyecto y por proporcionar valiosas visiones y conocimiento.

A María Teresa Serra, Jorge Aranda, Andrés Pinto, Sergio Donoso, Andrea Choque, Constanza Pinochet, Cristian Troncoso, Alberto Peña, Daniel Green y cuatro anónimos profesionales de CONAF por responder nuestras entrevistas a expertos y proporcionar valioso conocimiento.

A Felipe Wolff por elaborar ilustraciones para difusión científica del proyecto.

A Andrea Choque y Francisca Esquerra por facilitar sus fotografías que inspiraron las ilustraciones del material divulgativo.

A José Gerstle e Isabel Pareira por valiosas ideas para la elaboración del material de difusión.

TABLA DE CONTENIDO

Resumen	1
1. Introducción.....	3
2. Marco teórico	4
2.1 Servicios ecosistémicos en zonas áridas	4
2.2 Formaciones xerofíticas en Chile.....	5
3. Hipótesis	10
4. Objetivos.....	11
5. Metodología	12
6. Resultados	38
7. Discusión de resultados	73
8. Conclusiones.....	80
Bibliografía.....	84
Anexos	93

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 . Criterios para clasificación de artículos y documentos.	14
Tabla 2. Perfil de los profesionales consultados para el estudio.	15
Tabla 3. Matriz utilizada para sistematizar y estandarizar la información recopilada desde bibliografía y consulta a expertos.	18
Tabla 4. Factores de ajuste para diferentes densidades de matorral.....	21
Tabla 5. Componentes del valor para Servicio de Control de Erosión y Recuperación de Suelos.	22
Tabla 6. Componentes del valor para el servicio de Captura de Carbono....	23
Tabla 7. Componentes del valor para el servicio de Regulación del Ciclo de Nutrientes.....	24
Tabla 8. Componentes del valor para el servicio de Abastecimiento de Agua.	25
Tabla 9. Componentes del valor para el servicio de Provisión de Refugio. ..	26
Tabla 10. Componentes del valor para el servicio de Producción de Pellets de Brea.....	27
Tabla 11. Valores para el indicador de Valor Económico Total por hectárea.	29
Tabla 12. Listado de homologación entre nombre común y nombre científico para especies vegetales presentes.	31
Tabla 13. Valores para el indicador de SE Culturales.	33
Tabla 14. Valores para indicadores de SE de provisión y regulación.	34
Tabla 15. Valor para el indicador de Nivel de Amenaza de las Especies.....	36
Tabla 16. Servicios ecosistémicos de formaciones xerofíticas identificados para la Región de Arica y Parinacota. SE son organizados en las formaciones vegetales de Gajardo (1994). Los valores numéricos en horizontal indican el número de especies identificadas que provisionan servicios. De este modo, el mismo servicio puede ser proporcionado por diferentes especies. P: SE de provisión; R: SE de regulación; C: SE cultural; P-C: SE provisión-cultural. 41	41
Tabla 17. Especies xerofíticas relevantes como proveedoras de SE.	42
Tabla 18. Servicios ecosistémicos de formaciones xerofíticas identificados para la Región de Tarapacá. SE son organizados en las formaciones vegetales de Gajardo (1994). Los valores numéricos en horizontal indican el número de especies identificadas que provisionan servicios. De este modo, el mismo servicio puede ser proporcionado por diferentes especies. P: SE de provisión; R: SE de regulación; C: SE cultural; P-C: SE provisión-cultural.	43
Tabla 19. Especies xerofíticas relevantes como proveedoras de SE	44
Tabla 20. Servicios ecosistémicos de formaciones xerofíticas identificados para la región de Antofagasta. SE son organizados en las formaciones	

vegetales de Gajardo (1994). Los valores numéricos en horizontal indican el número de especies identificadas que provisionan servicios. De este modo, el mismo servicio puede ser proporcionado por diferentes especies. P: SE de provisión; R: SE de regulación; C: SE cultural; P-C: SE provisión-cultural. 45

Tabla 21. Especies xerofíticas relevantes como proveedoras de SE.	46
Tabla 22. Especies con un mayor número de SSEE identificados por expertos y expertas, y los servicios que ofrecen según clasificación CICES (2018)...	47
Tabla 23. Descripción de las debilidades legales.	52
Tabla 24. Valor anual total de los servicios ecosistémicos en formaciones xerofíticas para las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta.	53
Tabla 25. Valores proyectados a 20 años.	55
Tabla 26. Cálculos de Valor Anual de SE por región y tipo vegetacional.	57
Tabla 27. Tabla de Cálculos de Valor Anual de SE por región, provincia y comuna.	58
Tabla 28. Tabla de cálculos de valor proyectado a 20 años para cada SE. ...	59
Tabla 29. Superficie para el Indicador de VET por hectárea por valor y región.	60
Tabla 30. Superficie para el Indicador de SE Culturales por valor y región.	62
Tabla 31. Superficie para el Indicador de SE de Provisión y Regulación por valor y región	63
Tabla 32. Servicios ecosistémicos Región de Arica y Parinacota.....	64
Tabla 33. Servicios ecosistémicos Región de Tarapacá.....	65
Tabla 34. Servicios ecosistémicos de la Región de Antofagasta	66
Tabla 35. Superficie para el Indicador de Amenaza a la Conservación de las Especies por valor y región.	67
Tabla 36. Máximos valores de Indicador Conglomerado por Región, Provincia y Comuna.	68
Tabla 37. Mínimos valores de Indicador Conglomerado por Región, Provincia y Comuna.	69
Tabla 38. Valor del Indicador Conglomerado por valor y formación vegetal.....	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Documentos que permiten visualizar SE, y el enfoque utilizado...	39
Figura 2. Principales factores de amenaza para las formaciones xerofíticas.	49
Figura 3. Número de menciones ante la interrogante ¿Cuáles son los usuarios de las formaciones xerofíticas?	50
Figura 4. Valoración anual de los SE en Formaciones Xerofíticas en millones de dólares.....	54
Figura 5. Comparación de la Valoración de SE en formaciones xerofíticas entre regiones.	54
Figura 6. Valoración de los SE en Formaciones Xerofíticas en millones de dólares.	55
Figura 7. Proporción del Valor para las comunas por región. Azul: Arica y Parinacota; Marrón: Tarapacá; Amarillo: Antofagasta.....	56
Figura 8. Distribución cartográfica de los quiebres naturales para Indicadores VET y Amenaza a la Conservación. (A) Indicador para Valor Económico Total por hectárea; (B) Indicador para el Nivel de Amenaza para la Conservación de las Especies.	61
Figura 9. Distribución cartográfica de los quiebres naturales para Indicadores vinculados a SE. (A) Indicador para SE Culturales; (B) Indicador para SE de Provisión y Regulación.	62
Figura 10. Cartografía de la distribución del Indicador Conglomerado para las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta.....	70
Figura 11. Distribución Cartográfica de los Conglomerados por Análisis Univariado local de Moran ($p < 0,01$).	72

RESUMEN

El presente proyecto se enmarcó en la línea de investigación número 9 del X Concurso del Fondo de Investigación del Bosque Nativo de la Corporación Nacional Forestal (CONAF), relativa a Generar información sobre bienes y servicios ecosistémicos (SE) de las formaciones xerofíticas. Se llevó a cabo una sistematización de la información disponible sobre los servicios ecosistémicos de la vegetación xerófila y especies presentes en un área de relevancia mundial, la macrozona norte de Chile que abarca tres regiones: Región de Arica y Parinacota, Región de Tarapacá y Región de Antofagasta. Se revisó y sistematizó información de 71 títulos bibliográficos. Para complementar la información bibliográfica, también se entrevistó a expertos a través de un cuestionario que permitió a los entrevistados reportar los servicios ecosistémicos que ofrecen estas formaciones y especies específicas. Además, se llevaron a cabo entrevistas cualitativas con actores locales que usan. Valoran o disfrutan plantas xerofíticas. Se encontró que en la región evaluada se proporcionan o podrían proporcionarse SE sustanciales y que los SE y las especies que los proporcionan varían en la literatura. En las tres regiones de estudio se han documentado en mayor proporción los usos relacionados con servicios de provisión, en segundo lugar, se visualizan los servicios culturales y, por último, los servicios de regulación. Adicionalmente, se construyeron indicadores de relevancia económica de las formaciones xerofíticas, relevancia socio-cultural y relevancia biológica (esto último considerando el estado de amenaza de las especies), a partir de mecanismos de cuantificación y valoración. Al integrar estos indicadores para una priorización de áreas en el territorio analizado, es posible visualizar la relevancia de las regiones de Arica y Parinacota y Tarapacá, dado que ahí es posible encontrar desafíos de conservación, desafíos sociales dada la provisión de SE culturales y también de provisión y regulación y sus consecuentes efectos en el bienestar social, y relevancia económica. Esto permite alertar sobre la necesidad de esfuerzos que apunten a la gestión sostenible de las formaciones xerofíticas, que requerirá múltiples enfoques de tal forma de sostener el bienestar humano y las necesidades de conservación biológica. También se sugiere una investigación más profunda sobre el estado biológico de las especies amenazadas que, al mismo tiempo, son proveedoras relevantes del bienestar humano a través de SE. La identificación de los SE proporcionados por la vegetación en esta zona puede contribuir a visualizar la relevancia social de esta vegetación, abrir posibilidades de investigación que exploren los contextos formales e informales en los que ocurre el uso de la vegetación, y priorizar especies que se encuentran amenazadas y al mismo tiempo son relevantes para el bienestar de la comunidad local. En el ámbito legal, se visualiza que no solo se requieren modificaciones a la normativa vigente y en el proyecto de ley de Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas, sino que también un cambio de enfoque en la institucionalidad hacia una perspectiva integral que involucre pluralismo de valores involucrados en las formaciones xerofíticas. Una ética antropocéntrica o una visión ecocéntrica, a priori, no deberían ser absolutamente excluyentes, y por ende, completamente desechada la una o la otra. Es posible compatibilizar ambas perspectivas en el Derecho Ambiental, el Derecho Forestal y en las políticas públicas sobre la materia, a fin de que la relación entre el ser

humano y el medio ambiente sea más armónica y no comprometa los recursos y ecosistemas para las generaciones futuras.

Los resultados obtenidos evidencian la necesidad de explorar múltiples valores de SE acoplados en estas zonas donde la vegetación es un componente biológico trascendental.

1. Introducción

La presente propuesta se enmarcó en la línea de investigación número 9 del X Concurso del Fondo de Investigación del Bosque Nativo de la Corporación Nacional Forestal (CONAF), relativa a *Generar información sobre bienes y servicios ecosistémicos (SE) de las formaciones xerofíticas*.

Aunque los SE han ganado relevancia dentro de las comunidades científicas y políticas para la gestión de la tierra, las evaluaciones de SE en regiones áridas han recibido poca atención, en comparación con la investigación de SE en zonas húmedas, templadas y costeras pobladas. El enfoque de SE de la vegetación en zonas áridas adquiere relevancia dada la importancia que tiene para los medios de subsistencia locales. Además, existen especies xerofíticas que presentan serios problemas de conservación, pero al mismo tiempo son relevantes para diferentes grupos humanos. Esto hace que las estrategias de gestión forestal en torno a estas formaciones requieran incorporar enfoques interdisciplinarios. Esto visualiza no solo la necesidad de fortalecer los marcos legales y políticos asociados, sino que también incorporar enfoques económicos, sociales y culturales que permitan comprender con mayor profundidad los valores sociales acoplados en torno a estas formaciones.

En este proyecto a) se recoge información acerca de los bienes y SE proporcionados por formaciones xerofíticas en la macrozona comprendida entre Arica y Parinacota hasta la Región de Antofagasta, b) se analiza el marco legal y político que regula el uso y extracción de tales formaciones, c) se evalúan económica, social y ambientalmente los efectos del uso/disfrute de estas formaciones a través de índices integrados y análisis cartográfico.

El proyecto sistematiza información sobre beneficios de las formaciones xerofíticas, utilizando el marco de SE para tal propósito. Para la macrozona en estudio existe información sobre bienes y servicios proporcionados por formaciones xerofíticas. Sin embargo, esa información se encuentra dispersa y no está sistematizada. Esta investigación por lo tanto aporta con información sistematizada para diseñar futuras plataformas que fortalezcan los procesos de gestión del uso y conservación de la vegetación xerofítica en el país.

2. Marco teórico

2.1 Servicios ecosistémicos en zonas áridas

Los servicios ecosistémicos (SE) son los aspectos de los ecosistemas que se utilizan de forma activa o pasiva para mantener el bienestar humano (Fischer y Turner, 2009). Los SE suelen dividirse en provisión, regulación y servicios culturales. Los servicios de provisión son productos utilizados directamente por las personas como leña, alimentos, agua para consumo humano, posibilidades de desarrollo ganadero, plantas medicinales, forraje. Los servicios de regulación corresponden a contribuciones indirectas al bienestar humano del funcionamiento ecológico, como la regulación del clima, la polinización, el control de la erosión. Los servicios culturales son beneficios no materiales que las personas obtienen de los ecosistemas como el turismo y la recreación, posibilidades de investigación, desarrollo espiritual, identidad cultural, cohesión social y vínculos religiosos.

El estudio de los SE se ha convertido en un área importante de investigación durante la última década y también ha motivado el interés político en contextos de conservación y manejo de los sistemas naturales y sociales (Bidegain et al. 2019). Existen varias iniciativas que dan cuenta de lo anterior, como por ejemplo la Clasificación Internacional Común de Servicios de los Ecosistemas (CICES), la Economía de los Ecosistemas y la Biodiversidad (TEEB) y la Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Biodiversidad y Servicios de los Ecosistemas (IPBES). Esta última iniciativa pretende fortalecer la capacidad de colaboración entre ciencia y política en el campo de los SE para contribuir a la gestión del territorio que apunte al bienestar de las personas y a la conservación de la naturaleza de forma sostenible (Cerdeira y Tironi, 2017).

Aunque los SE han ganado relevancia con el tiempo dentro de las comunidades científicas y políticas para la gestión de la tierra, las evaluaciones de SE en regiones áridas han recibido realmente poca atención (Fisher & Turner, 2008; Taylor et al., 2017), en comparación con la investigación en zonas húmedas, templadas y zonas costeras más pobladas (Fisher et al., 2008; Bagstad et al., 2012). Las zonas áridas de la Tierra ocupan aproximadamente el 40% de la superficie terrestre. Su peculiar régimen hidrológico, que sitúa al agua como principal factor limitante, junto a otros signos como la variabilidad de las precipitaciones y su heterogeneidad ecológica, hacen de estas regiones uno de los principales y más relevantes biomas del planeta (Martínez-Valderrama et al., 2022). Los ecosistemas áridos albergan alrededor del 20% de los principales centros de diversidad vegetal del mundo (Maestre et al., 2021) y constituyen laboratorios para estudiar la evolución y adaptación de las especies a condiciones extremas, además de ofrecer servicios ecosistémicos esenciales (Maestre et al., 2021; Martínez-Valderrama et al., 2022).

En las regiones áridas del mundo, los recursos hídricos y la biodiversidad están significativamente deteriorados, lo que afecta el bienestar humano (García-Llorente et al., 2015) y los SE son clave para sustentar las formas de vida de las comunidades humanas presentes (Reyers et al., 2009; O'Farrell et al., 2010; Sagie et al., 2013; Bidak et al., 2015). En estas zonas, los SE,

como el agua, el suministro de alimentos, los medicamentos y las materias primas, son relevantes para el bienestar tanto de los habitantes locales como de otras comunidades circundantes (Bidak et al.; 2015). En particular, la disponibilidad de agua juega un papel clave en el sostenimiento de la vegetación que en muchos desiertos representa la base de formas de vida ancestrales (Reyers et al., 2009; O'Farrell et al., 2010), y su estructura y dinámica contribuyen a controlar la provisión de SE (Reyers et al., 2009). Sin embargo, los SE de estas zonas no siempre son apreciados o incluidos en programas de investigación y políticas públicas (Tiburcio-Sánchez, 2017). En consecuencia, la información disponible sobre los servicios y bienes que brindan las zonas áridas es fragmentaria, lo que hace que dichas zonas se pasen por alto en la mayoría de los estudios de valoración de ecosistemas (De Groot et al., 2012).

La valoración de los SE en zonas áridas contribuye a la comprensión de las conexiones históricas entre la sociedad y los ecosistemas y a encontrar formas de protección política. Además, determinar valores asociados a múltiples servicios permite visualizar el pluralismo de valores implicados en procesos de toma de decisión que requieren decidir por determinadas alternativas de gestión por sobre otras. De hecho, actualmente se enfatiza fuertemente la evaluación de diversos valores asociados con SE (IPBES, 2022).

La estructura y dinámica de la vegetación en los desiertos afecta de manera trascendental la provisión de SE. Por lo tanto, la vegetación es un componente clave para garantizar los flujos de SE (Bidak et al., 2015). Los arbustos, las hierbas y las suculentas son componentes biológicos esenciales en los ecosistemas desérticos y contribuyen a mantener las condiciones adecuadas para las actividades agrícolas, los pastizales y los medios de vida humanos (Malagnoux et al., 2007). En las zonas áridas, los ecosistemas potencian las estrategias relacionadas con el alivio de la pobreza y reducen la inseguridad alimentaria, ya que proporcionan a las comunidades locales SE como leña y productos no maderables, así como otros SE que contribuyen a la diversificación de las fuentes de ingresos de los hogares (Malagnoux et al., 2007).

2.2 Formaciones xerofíticas en Chile

Las zonas desérticas y áridas de Chile están ubicadas geográficamente en las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta, Atacama y Coquimbo. Este vasto territorio se denomina Macrozona Norte (Peña, 2018) y tiene una superficie de poco más de 10 millones de hectáreas, compuesta en su mayoría por formaciones xerofíticas (Contreras y Peña, 2016). Las formaciones xerofíticas son formaciones vegetales compuestas por especies preferentemente arbustivas, reconocidas por presentar adaptaciones morfológicas y fisiológicas que les permiten desarrollarse en ambientes desérticos, áridos y semiáridos donde las precipitaciones son limitadas (Villarreal, 2006; Paredes y Collao, 2020).

La Ley 20.283 sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal define a las formaciones xerofíticas como "Formación vegetal, constituida por especies autóctonas, preferentemente arbustivas o suculentas, de áreas de condiciones áridas o semiáridas ubicadas entre las regiones I y VI y en las depresiones interiores de las regiones VII y VIII". Por lo tanto, las formaciones xerofíticas corresponden a formaciones vegetales compuestas por comunidades de matorrales arbustivos, suculentas, cactáceas y en ocasiones con presencia de herbáceas (Trivelli, 2014; Montalva et al, 2015), y se caracterizan por establecerse en ambientes de escasas precipitaciones junto a una extrema aridez, por lo que están adaptadas a sobrevivir bajo estas condiciones. La vegetación se restringe a zonas de valles transversales, al sector pre-andino y andino, oasis, salares y desierto costero (Trivelli, 2014). En la cordillera de Los Andes, por sobre los 3.000 m.s.n.m. se muestra una formación conocida como Tolar, y por sobre los 4.000 m.s.n.m. se presenta la meseta altiplánica, caracterizada por una vegetación muy diversa y en forma de mosaico, en donde se encuentran los pajonales, bofedales, llaretales, queñoales, tolar del altiplano y lampayales. En la macrozona norte del país, en las Regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta, los bosques representan una superficie correspondiente a un 0,7% del territorio, en tanto la superficie de praderas y matorrales, representan el 24% (CONAF, 2021), siendo este último el principal tipo de vegetación leñosa de la zona (Montalva, 2017).

Estas formaciones vegetacionales están sometidas a diversas presiones debido a procesos de deforestación, degradación y fragmentación (Peña, 2018), lo que genera cambios en su conformación. Entre los impulsores de cambio o forzantes que influyen en el estado de la vegetación se encuentran las prácticas destinadas a la extracción de arbustos (Cartron et al., 2005) para la producción de carbón para su posterior comercialización (Estevez et al., 2010). Por otro lado, el desarrollo de proyectos mineros, agrícolas, inmobiliarios, energéticos y forestales también contribuyen a la fragmentación y degradación de estos ecosistemas (Fundación Terram, 2020).

Los usos de las formaciones xerofíticas y las especies que les pertenecen son variados según la literatura (Villagrán et al., 2003; González y Molina, 2017; Bahamondes et al., 2012). Estos usos están asociados a los beneficios que reciben principalmente las comunidades locales de la zona norte. En este sentido, la ruralidad de la Macrozona Norte presenta una rica configuración indígena y prácticas ancestrales en relación con la naturaleza (Contreras y Peña, 2016). Los pueblos originarios de Chile han utilizado y valorado las plantas nativas por múltiples razones conformando complejas relaciones en sistemas socio-ecológicos desérticos. Estas prácticas se han transmitido a diferentes generaciones, quienes heredaron esta tradición (Madaleno y Delatorre-Herrera, 2013), como es el caso de las formaciones xerofíticas que han sido aprovechadas y valoradas con distintos fines y motivos.

Actualmente, las formaciones vegetales xerofíticas en Chile enfrentan un panorama de vulnerabilidad debido a la restricción geográfica, los requisitos específicos y la omisión legislativa latente a lo largo del siglo pasado y parte de este. Además, las relaciones complejas e históricas entre las comunidades locales y dicha vegetación requieren que el manejo de esta vegetación se aborde desde perspectivas interdisciplinarias. Esta vulnerabilidad se acrecienta si se considera que la información disponible sobre las formaciones xerofíticas en el país se encuentra dispersa y mal organizada, además de que los SE que podrían entregar no presentan dentro de la legislación incentivos o normas en cuanto a sus usos y manejo (Lara et al., 2010). Al respecto, las políticas forestales existentes en Chile consideran únicamente a los bosques leñosos como fuente de SE (Corporación Nacional Forestal, 2015a). Si bien la literatura existente ayuda a identificar las diversas especies de plantas presentes en estas áreas, los estudios que relacionan las formaciones xerofíticas y las especies asociadas con los SE de manera integral son extremadamente escasos en Chile (Ocampo-Melgar et al. 2022). Se han realizado algunos esfuerzos para explorar los diversos beneficios de las plantas nativas y sus relaciones con el bienestar y las economías locales (Vita et al. 2006, Parada et al. 2018, Cerda et al. 2018), pero la experiencia es aún escasa.

2.3 Tipos de evaluación de SE en contextos de formaciones xerofíticas

El interés por evaluar SE para fortalecer la gestión territorial y también para fortalecer estrategias de conservación hace explícita la necesidad de llevar a cabo diferentes evaluaciones que han sido reconocidas como clave para avanzar hacia medidas de gestión sostenibles (Martín-López et al., 2009). La valoración de SE se entiende como la obtención de una medida del beneficio o importancia que puede expresarse en términos monetarios y no monetarios, y puede variar en forma espacial y temporal, dependiendo de los distintos contextos geográficos, culturales y sociales (MMA, 2014). Diversos autores (Chan et al., 2016; Bravo-Cadena y Numa, 2018) hablan sobre distintas tipologías de valores de SE, como los valores intrínsecos, instrumentales y relacionales. El valor intrínseco es el valor inherente que tiene la naturaleza sólo por el hecho de existir (Bravo-Cadena y Numa, 2018), independiente a la utilidad del ser humano. Gudynas (2010) expresa la necesidad de reconocer a los sistemas naturales como sujeto con derechos propios y no como objeto o un medio para diversos fines, por consiguiente, su importancia no deriva de los posibles beneficios a las comunidades humanas y a su calidad de vida (Díaz et al., 2015). En cuanto al valor instrumental, en contraposición al anterior, se refiere a los beneficios que proporcionan los sistemas naturales y permite que las personas alcancen una buena calidad de vida, estos pueden ser valorados económicamente y aquí se habla de valor monetario de los servicios, así como también pueden ser valorados socioculturalmente en un lenguaje no económico (Díaz et al., 2015). La valoración sociocultural ha sido menos desarrollada dado que no siempre los actores son apropiadamente incorporados en estudio de SE ni en proyectos que involucren SE (Menzel y Teng, 2010). Finalmente, los valores

relacionales se derivan de relaciones y responsabilidades, entre las comunidades locales y los ecosistemas, asociado a preferencias, principios y virtudes morales, interpersonales y colectivas, con el fin de reconocer y revitalizar las relaciones que se generan (Chan et al., 2016; Nemogá, 2016; Roldán y Latorre, 2021). Bajo el enfoque de valores relacionales es posible hacer una conexión con las cosmovisiones tanto personales como colectivas, además de intentar entender las decisiones y las acciones basadas en las relaciones, y no sólo basadas entre el valor inherente o la satisfacción de sus intereses y/o necesidades (Roldán y Latorre, 2021). Por ejemplo, el concepto de valores relacionales acoge de mejor manera narrativas de comunidades indígenas cuando hablan de "madre tierra" en un contexto mucho más complejo que sólo servicios (Díaz et al., 2018)

El enfoque de los SE ha estado dominado tradicionalmente por la visión intrínseca o instrumental de valoración, pero parece ser insuficiente para explicar las relaciones complejas que se establecen entre las comunidades y su entorno (Chan et al., 2016). En el ámbito instrumental, la valoración económica ha sido mayormente utilizada. De esta manera, y como fue mencionado, un análisis sociocultural ha sido menos estudiado, en tanto que la percepción, valoración y apropiación de los propios no siempre ha estado presente (Quétier et al., 2007), aunque en los últimos años ha habido un cuerpo creciente de investigación en este ámbito. Sin embargo, demandas sociales reflejan la importancia de la valoración social y la necesidad de considerar esferas socioculturales en los procesos de toma de decisión (Lara et al., 2010). Rincón- Ruiz et al., (2014) enfatizan en que la relevancia de la valoración sociocultural recae en evidenciar la importancia de los servicios para las comunidades locales. Además de conocer sobre necesidades, normas y comportamientos de las personas (Cowling et al., 2008). La valoración sociocultural requiere llevar a cabo análisis de cómo valoran los actores los SE, más allá de una priorización cuantitativa, que lleva a desconocer la relación entre la valoración con las prácticas y actividades que se desarrollan en un territorio y los contextos socioculturales (Rincón-Ruiz et al., 2014). Asimismo, permite profundizar las relaciones de la sociedad con la naturaleza, integrando formas de conocimiento, intereses y relaciones de poder (Valle, 2020), y por lo tanto puede capturar valores relacionales de los SE.

Por otra parte, la relación con los SE, pueden darse en contextos formales e informales. En este sentido, los sistemas sociales configuran diferentes conocimientos sobre los sistemas naturales con los cuales se relacionan y cómo estos se ven afectados por cambios en el territorio, para el desarrollo de estrategias de adaptación (Urquiza y Cadenas, 2015). Estos conocimientos se refieren a contextos formales, a partir del conocimiento científico, e informales de conocimiento popular al interior de comunidades (Urquiza y Cadenas, 2015). En un marco formal se encuentran las reglas formales, mediante leyes o normas, y las instituciones gubernamentales que pueden regular la extracción y uso de bienes derivados de formaciones xerofíticas; por otro lado, un marco informal tiene que ver con un conjunto de prácticas que reconoce normas, traiciones, costumbres, valores, creencias al interior

de una comunidad (Williamson, 2000; Satterfield et al., 2013). De esta forma, muchas comunidades autogestionan la producción y suministro de diferentes servicios (Martín-López et al., 2009). De esta forma, para la gestión sostenible de las formaciones xerofíticas es imperante conocer o investigar estos contextos.

Por otro lado, el trabajo con SE requiere hoy en día un enfoque pluralista de la diversidad de los valores que sostienen las relaciones que se dan entre los sistemas naturales y las comunidades humanas (Pascual et al., 2017). La valoración plural tiene como fin incluir múltiples valores que permiten comprender diferentes cosmovisiones y valores, determinados por diferentes contextos culturales y socioeconómicos (Valle, 2020). Esto parece ser fundamental para visibilizar valores importantes que no se integran en procesos de toma de decisiones y las relaciones de poder entre actores, contribuyendo a la equidad tanto en el acceso como en la distribución de los beneficios (González-Jiménez y Balvanera, 2021), además de aproximarse a las distintas maneras de ver y entender el mundo y la relación de la naturaleza con el bienestar humano, como tradiciones y conocimientos ancestrales (González-Jiménez y Balvanera, 2021). De esta forma, grupos de personas pueden valorar los beneficios de distintas maneras, por ejemplo, la producción de alimentos como un beneficio financiero (valor instrumental) o como parte integral de su identidad cultural y autodeterminación (valor relacional) (Pascual et al., 2017).

Los ejes conceptuales presentados anteriormente son relevantes para la gestión sostenible de las formaciones xerofíticas. Dada la complejidad de las relaciones que las comunidades locales establecen con esta vegetación, difícilmente se podrán proponer soluciones factibles basadas en miradas estrictamente disciplinares, o basadas puramente en el contexto legal.

3. Hipótesis

En función de la propuesta original, las hipótesis de trabajo se presentan más bien como preguntas u orientaciones que guían la investigación, y son las siguientes:

1. Se espera que la información publicada sobre PFNM y otros SSEE en la macrozona se centre mayoritariamente en servicios de provisión y en y de regulación. Esta es una tendencia global en el ámbito de la investigación en servicios ecosistémicos.
2. Uno de los principales desafíos en la investigación relativa a servicios ecosistémicos es desarrollar marcos metodológicos comprensivos ambientales del uso de tales servicios sean apropiadamente integrados. En este contexto, el proyecto desarrolla métodos estandarizados que integran información relativa a explorar diferentes dominios de valor asociados a PFNM y SE.

4. Objetivos

4.1 Objetivo General: Generar información sobre bienes y Servicios Ecosistémicos proporcionados por formaciones xerofíticas en la macrozona comprendida entre Arica Parinacota hasta la Región de Antofagasta, con miras a una gestión sostenible de tales formaciones.

4.2 Objetivos Específicos:

- Analizar la provisión de Productos Forestales no Madereros (PFNM) y otros Servicios Ecosistémicos que se proveen en la actualidad.
- Cuantificar y Evaluar el Impacto Económico, Social y Ambiental generado a partir de la utilización y extracción de PFNM y otros SE de formaciones xerofíticas.
- Generar una priorización en virtud de la evaluación del impacto Económico, Social y Ambiental del uso y extracción de SE y PFNM de formaciones xerofíticas.

5. Metodología

La metodología se presenta en base a los objetivos específicos planteados. A continuación, se presentan algunos alcances relativos a aspectos metodológicos globales del proyecto:

- a. Los PFNM son servicios ecosistémicos de provisión (MEA, 2005). Para propósitos del proyecto, se decidió incorporar el concepto de "bienes" y no PFNM, dado que, de acuerdo con la legislación existente, los PFNM se asocian a bosques.
- b. La información del proyecto se generó para la macrozona norte comprendida desde la región de Arica y Parinacota hasta la Región de Antofagasta.
- c. El análisis se enfocó en bienes y servicios ecosistémicos derivados de las formaciones xerofíticas que fueron identificados como relevantes.

5.1 Análisis de la provisión de Productos Forestales no Madereros (PFNM) y otros Servicios Ecosistémicos que se proveen en la actualidad

5.1.1 Identificación de especies y formación xerofítica correspondiente

Se identificaron todas las especies, se encuentren o no en el D.S.68. Especial atención se puso en las especies amenazadas. Dada la relevancia de algunas especies del género *Prosopis* en el área de estudio, se decidió incorporarlas.

El listado de especies xerofíticas pertenecientes a las regiones de estudio se obtuvo a partir de las capas de información geográfica entregadas por el "Catastro de uso de suelo y vegetación" elaborado por CONAF (actualizado al año 2017). Complementando dichas especies con los listados de Luebert y Pliscoff (2017), con las formaciones vegetacionales descritas por Gajardo (1994) y con las fichas de clasificación de especies del Ministerio del Medio Ambiente en el marco del Proceso de Clasificación RCE (actualizado al año 2021). La información recopilada fue procesada a través del sistema de información geográfica QGIS, el cual es un *software* libre y de código abierto.

Posterior a la obtención de las capas mencionadas, y con el fin de clasificar las especies dentro de las formaciones vegetacionales de Gajardo (1994), estas se intersectaron con capas geoespaciales de dichas formaciones, estas últimas se encuentran disponibles en la Infraestructura de Datos Geoespaciales de Chile (IDE Chile), iniciativa gubernamental liderada por el Ministerio de Bienes Nacionales. De esta forma, se construyó el listado de las especies presentes en la macrozona de estudio en conjunto con su formación vegetal correspondiente.

Una vez realizados estos procesos geoespaciales y de recopilación, se utilizó el *software* Microsoft Excel para la selección de las especies pertinentes para el

estudio. Dicha discriminación se hizo en base a la definición legal de especies xerofíticas entregada por la Ley N° 20.283 Sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal (2008). De esta manera se seleccionaron especies de hábito arbustivo, semi-arbustivo, arbustivo suculento, semi-arbustivo suculento y cactáceo. Además se mantuvieron especies del género *Prosopis* tal como fue indicado anteriormente.

5.1.2 Revisión de literatura e información existente, y consulta a expertos para la identificación de bienes y servicios ecosistémicos

5.1.2.1 Revisión de literatura

La identificación de servicios ecosistémicos a nivel de especies y formación vegetal se llevó a cabo siguiendo lineamientos de la literatura, relativos al análisis de información bibliográfica. De esta forma, se realizó una recopilación exhaustiva de información bibliográfica que permitió visualizar SE proporcionados por formaciones vegetales y especies xerofíticas pertenecientes a la macrozona en estudio. Esta sección del proyecto se llevó a cabo a través de una exhaustiva búsqueda de títulos tanto científicos como técnicos, bibliografía gris, memorias y tesis. Para ello, fueron utilizados motores de búsqueda tales como Google académico, WOS, Scielo, Scopus y Scibd.

Para comprender los enfoques de la literatura, estos fueron clasificados según la dimensión que abarcan. Tanto la dimensión como los criterios utilizados para la clasificación se presentan a continuación (Tabla 1).

Tabla 1 . Criterios para clasificación de artículos y documentos.

Focos de los artículos	Criterios
Biológico	Artículos y documentos enfocados en la constitución del componente vegetacional, considerando parámetros morfológicos, fisiológicos y genéticos.
Ambiental	Artículos y documentos que se enfocan en el ambiente y su entorno, los impactos directos y/o indirectos por actividades humanas sobre este, como también su protección.
Económico	Artículos y documentos enfocados en la descripción de bienes o servicios que contribuyen a la riqueza monetaria de una colectividad o individuo. Incluyó también artículos que llevan a cabo valoraciones económicas de los beneficios que brindan las formaciones xerofíticas.
Geográfico	Artículos y documentos que presentan un enfoque en la distribución geográfica de las formaciones vegetales.
Sociocultural	Artículos y documentos que se enfocan en relatar información respecto a la vinculación de las formaciones vegetales con las comunidades humanas desde una perspectiva de relevancia cultural. Valoraciones no-económicas, antropológicas, o socio-culturales son incorporadas en esta categoría.
Manejo Forestal	Artículos y documentos que presentan información respecto a técnicas silviculturales para el manejo de bosques.
Manejo Sostenible	Artículos y documentos que presentan información integral respecto a manejos de las formaciones incluyendo aristas económicas, biológicas y culturales.
Múltiples valores	Artículos y documentos que presentan información respecto a los usos y beneficios de las formaciones desde múltiples aristas, como económicas, culturales, manejos del bosque, entre otras.

5.1.2.2 Diseño de cuestionario para expertos/as

Para complementar, verificar y contrastar la información recopilada mediante bibliografía, se diseñó un cuestionario semiestructurado para profesionales vinculados/as al área de estudio y que dominan formaciones xerofíticas a nivel de formación y a nivel de especies. También fue necesario que los/as profesionales tuvieran experiencia trabajando con dichas formaciones.

Quienes participaron fueron, 3 profesionales de la CONAF del área de estudio, consultores/as e investigadores/as. Los/as profesionales, idealmente debían tener experiencia o conocer sobre amenazas a estas formaciones y SE que estas provean. Se invitó a participar a 28 profesionales, y se recibieron respuestas de 10 de ellos. El perfil de los profesionales participantes se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2. Perfil de los profesionales consultados para el estudio.

Profesión	Frecuencia
Abogados/as	3
Botánicos/as	1
Ingenieros/as Forestales	3
Profesionales de CONAF de la macrozona de estudio	3

El cuestionario contuvo preguntas sobre las siguientes dimensiones: relevancia de especies, SE otorgados por las especies, amenazas para las especies, estados de conservación y usuarios de los SE detectados. Dichas preguntas fueron cerradas (para análisis mediante estadística descriptiva) y abiertas (para detectar palabras y conceptos que más se repetían). También se incorporaron preguntas en el ámbito legal y económico de las formaciones xerofíticas. El cuestionario se adjunta en el Anexo 1.

La información recopilada a partir del cuestionario fue analizada a través de estadística descriptiva, proporcionando tablas y gráficos indicando las principales tendencias y frecuencias sobre servicios ecosistémicos detectados, relevancia de las formaciones, amenazas y usuarios/as de las especies xerofíticas. Los resultados obtenidos son presentados a nivel de macrozona. Los SE identificados por expertos también contribuyeron a la construcción de matrices de sistematización (Tabla 3).

5.1.3 Sistematización de información mediante matriz estandarizada

La información recopilada a través de literatura y consulta a expertos fue sistematizada mediante la utilización del *software* Microsoft Excel, el cual permitió generar una matriz que contiene variables (estadísticamente discretas) relevantes para cada una de las especies xerofíticas detectadas (la matriz tipo se muestra en la Tabla 3). Dichas variables y sus criterios de clasificación se presentan a continuación:

Formación xerofítica a la que pertenece: Como fue descrito anteriormente, se señala la formación xerofítica a la que pertenece la especie según la descripción realizada por Gajardo (1994).

Especies vegetales que la componen: Para cada especie perteneciente a las formaciones xerofíticas es mencionado su nombre científico, estos fueron obtenidos a través del "Catastro de uso de suelo y vegetación" elaborado por CONAF (actualizado al año 2017). Además, dichos nombres científicos fueron corroborados a través de los listados de especies entregados por el Ministerio del Medio Ambiente y en algunos casos, a través del Instituto de Botánica Darwinion.

Endemismo respecto de Chile: La relevancia e importancia del endemismo radica en la necesidad de conocer y proteger los atributos biológicos e historia evolutiva que representan los taxones endémicos y sus patrones biogeográficos (Noguera-Urbano, 2017). Por este motivo, se detalla si la especie detectada se considera endémica o no a través del "Catálogo de las plantas vasculares de Chile" realizado por Rodríguez et al. (2018), esto permitirá esbozar esfuerzos de gestión por parte de tomadores de decisión relacionados a la zona de estudio.

Categoría de conservación: La clasificación de las plantas según estado de conservación, permite evaluar el nivel de amenaza de la diversidad biológica, y por ello, puede contribuir a priorizar recursos y esfuerzos en aquellas especies más amenazadas y que pueden tener usos relevantes desde las comunidades locales. Por ello, se vuelve relevante el señalar el estado de conservación de la especie. Esto se hizo consultando el listado de especies catalogadas bajo el Proceso de Clasificación RCE realizado por el Ministerio del Medio Ambiente (actualizado al 2021) y mencionando a su vez, si otros autores/as u organismos (como, por ejemplo, la UICN) le otorgan a la especie algún grado de categoría de conservación.

Servicio(s) ecosistémico(s) que proporciona: El servicio(s) ecosistémico(s) que proporcione la especie es estandarizado bajo los criterios y clasificaciones dados por la *Common International Classification of Ecosystem Services* (CICES 2018).

Tipo de servicio ecosistémico (provisión, regulación y/o cultural): A partir de la descripción del(los) servicio(s) ecosistémico(s) que proporcione cada especie, este(os) fue(ron) clasificado(s) según los criterios entregados por

CICES (2018). Cada tipo de SE (provisión, regulación y/o cultural) es descrito de forma dicotómica, es decir, fueron contados como presentes (1) o ausentes (0) en la literatura consultada, y de esta manera permitir su análisis posterior. También se utilizó un índice para el acoplamiento de valores dado que un SE puede ser de provisión y cultural al mismo tiempo.

Usos ancestrales: En base a la literatura consultada, se menciona si la especie posee algún uso ancestral documentado.

Usuarios ancestrales: A partir de los usos ancestrales detectados (si los hubiese) son descritos los usuarios ancestrales de la especie.

Usos actuales: En este apartado son descritos los usos actuales de cada especie según la bibliografía consultada, usos que son traducidos a tipología CICES (2018) en la columna "**Servicio(s) ecosistémico(s) que proporciona**".

Usuarios actuales: En caso de describirse usos actuales para las especies, son mencionados los usuarios actuales asociados a cada una de ellas.

Usos potenciales: En la literatura fue posible encontrar usos potenciales de formaciones y especies xerofíticas, los que otorgan una visualización de los SE potenciales que podrían entregar determinadas especies en el futuro. Por lo que esto es mencionado en la matriz.

Usuarios potenciales: En caso de ser posible, fueron descritos los usuarios asociados a los usos posibles de las formaciones.

Amenazas documentadas: En este apartado se describen las amenazas que presentan las especies según bibliografía.

Literatura consultada: Por último, se presenta una casilla en la matriz para facilitar las referencias bibliográficas que permitieron construir las características antes descritas para cada una de las especies pertenecientes a cada una de las formaciones xerofítica.

Tabla 3. Matriz utilizada para sistematizar y estandarizar la información recopilada desde bibliografía y consulta a expertos.

Región	Formación xerofítica	Especies vegetal que la compone	Endémica respecto de Chile	Servicios ecosistémicos que proporciona	Categoría de conservación	Tipo de servicio ecosistémico			Usos ancestrales	Usuarios ancestrales	Usos actuales	Usuarios actuales	Usos potenciales	Usuarios potenciales	Amenazas documentadas	Literatura
						Provisión (1)	Regulación (2)	Culturales (3)								
						1	2	3								

5.1.4 Análisis de la información contenida en la matriz de sistematización

Para analizar la matriz generada (Tabla 3) y la información que esta contiene, se utilizó estadística descriptiva. De esta forma, se llevó a cabo análisis de frecuencias absolutas y relativas en cuanto a número de servicios detectados por formación xerofítica y su respectiva clasificación (provisión, abastecimiento y/o cultural) según CICES (2018). Además, se buscó generar cruces de información entre los SE detectados y las demás características de las especies lo que permitió dar cumplimiento al objetivo específico 3 del proyecto.

Los resultados obtenidos son presentados para cada región de estudio, esto a través de gráficos y cuadros resumen que permiten detectar tendencias y/o vacíos presentes en la literatura analizada.

5.1.5 Análisis de la normativa que rige la extracción y contexto político asociado al uso y extracción de bienes proporcionados por formaciones xerofíticas

Tal como fue propuesto, el proyecto analizó la normativa que rige la extracción de bienes proporcionados por formaciones xerofíticas. Además, se analizaron los marcos políticos que se vinculan con el uso o conservación de tales formaciones.

Particularmente el proyecto:

- Identificó los cuerpos legales y los escenarios políticos asociados a la extracción y uso de bienes de las formaciones xerofíticas.
- Analizó exhaustivamente los cuerpos legales y políticos.
- Se evaluaron las fortalezas y debilidades legales relacionadas a la extracción y uso de bienes derivados de formaciones xerofíticas.

Para la identificación de los cuerpos legales y escenarios políticos y el análisis respectivo, se requirió apoyo de un experto en legislación de formaciones xerofíticas y servicios ecosistémicos para fortalecer la comprensión legal del tema desde el equipo de investigadores.

Para la evaluación de fortalezas y debilidades legales en el tema, se aplicó la encuesta mencionada con anterioridad a expertos en el tema (Anexo 1).

Cabe destacar aquí la formación de capital humano en este tema, dado que se generó una memoria de Ingeniería Forestal de la Universidad de Chile en este tema.

5.2 Cuantificación y evaluación del Impacto Económico, Social y Ambiental generado a partir de la utilización y extracción de PFM y otros SE de formaciones xerofíticas

5.2.1 Cuantificación y valoración económica de SE brindados por formaciones xerofíticas

Cabe destacar que este análisis no fue posible llevarlo a nivel de especies particulares, dada la imposibilidad de obtener datos sobre precios en mercados a partir de los cuales se pudiera haber calculado beneficios económicos a nivel de especie. Por lo mismo, el análisis económico de provisión de servicios ecosistémicos se llevó a cabo a escala de formaciones vegetales (Gajardo, 1994) y para aquellos SE con los que fue posible obtener información a partir de la cual calcular valores económicos.

La cuantificación de los servicios ecosistémicos para la posterior valoración económica se realizó en base a mercados reales y transferencia de beneficios económicos, es decir, considerando estudios de determinación indirecta del valor. En todos los casos, se realizó una corrección a los valores en publicaciones nacionales basada en el ajuste de la unidad de fomento (UF).

Lo anterior se fundamenta en que La UF o CLF según el código ISO 4217, es una unidad financiera reajutable de acuerdo con la inflación (medida según el Índice de Precios al Consumidor o IPC), por lo que sería una representación apropiada para ajustar valores comerciales o resultados de estudios pasados en Chile.

A su vez, y bajo la misma lógica, la proyección de escenarios futuros presume un aumento de precios de mercado. Este valor se generó por medio de una regresión lineal de los valores de la UF en los últimos 12 años, alcanzando una función lineal que explica el 99% del valor para un año dado.

$$UF_t = -1.518.425,573 + t * 766,109$$

En donde UF_t corresponde al valor de la UF en un año t. La ecuación presenta $R^2 = 0,994$.

Los ajustes realizados, por lo tanto, utilizan un factor de corrección de la forma:

$$F_{ij} = \frac{UF_i}{UF_j}$$

En donde F_{ij} es el factor de corrección, UF_i es el valor de la UF en el año de evaluación, y UF_j es el valor de la UF en el año de publicación del artículo o valor.

Cabe señalar que para todos los años previos a 2021, ambos valores son observados, en tanto para los ajustes futuros, los valores son estimados.

5.2.1.1 Ajuste de Densidades

Debido a que la información para formaciones xerofíticas no suele considerar la densidad y cobertura particular de las mismas, y en acuerdo a la particularidad de las densidades de dichas formaciones en las zonas más septentrionales del país, es que se genera un ajuste a los valores de producción de biomasa, entendiendo que un matorral denso no producirá lo mismo que un matorral muy abierto.

Con base en las definiciones contenidas en Etienne y Prado (1982) respecto de la cobertura espacial, y en lo expuesto por Figueroa et al. (GEF-MMA-PNUD, 2010) con relación a la producción de Biomasa y Captura de Carbono por matorrales, se considera conservador asumir que tal cantidad corresponde a un matorral denso, y que toda variación en su densidad y cobertura implicará un ajuste proporcional. Para ello, se genera la siguiente tabla de equivalencias:

Tabla 4. Factores de ajuste para diferentes densidades de matorral.

Ambiente	Ajuste	Captura de Carbono t/ha
Matorral Muy Abierto	0,25	3,20
Matorral Abierto	0,50	6,40
Matorral Semidenso	0,75	9,60
Matorral Denso	1,00	12,80
Matorral Muy Denso	1,20	15,36

El ajuste expuesto se refleja en el cálculo de los servicios:

Captura de Carbono: Debido a la relación directa entre Biomasa y Contenido de Carbono.

Regulación de Nutrientes: Debido a la relación entre cobertura y producción de hojarasca.

Abastecimiento de Agua: Debido a la relación entre cobertura e infiltración/escorrentía.

No se considera en Control de Erosión, Refugio ni Producción de Productos Forestales no Madereros (o bienes), pues estos servicios pueden depender de otros factores diferentes de la cobertura, como puede ser la distribución radicular, composición de especies y variabilidad de nichos.

5.2.1.2 Método para la valoración económica de SE

Control de la Erosión y Recuperación de Suelos

El control de la erosión consideró el efecto de la presencia de formaciones xerofíticas como protección ante los agentes que erodan el suelo. Dado lo anterior, se estima su valor como el mínimo costo de restauración de este, considerando la disposición a pagar desde las Instituciones por concepto de restauración. Para la estrategia metodológica, se considera que independiente del origen (directo) de la desertificación o desertización,

implica aun así una disminución de los SSEE potencialmente provistos, por tanto el costo de oportunidad ante su pérdida – o costo de restauración – sería el mismo.

El valor empleado como costo de restauración corresponde a la construcción de zanjas de infiltración, cuya bonificación por CONAF en 2020 alcanza un máximo de 90% sobre un valor de 5 UTM/ha (CONAF, 2020). Las superficies corresponden a la sumatoria de formaciones xerofíticas en acuerdo al Catastro de Vegetación del Bosque Nativo para las regiones de Arica y Parinacota, Iquique y Antofagasta.

En este sentido, la cuantificación del valor se calcula como la sumatoria del producto entre superficie de formaciones xerofíticas por la máxima disposición institucional a pagar por restauración de suelos, capitalizado por un factor de corrección del valor.

$$SCE = \sum (S * R_{DAP} * F_{ij})$$

En donde,

SCE es valor anual del servicio de control de erosión en USDha⁻¹año⁻¹,

S es la superficie de la formación xerofítica en ha,

RDAP es la máxima disposición institucional a pagar por restauración de suelos en USD/ha,

F_{ij} es el factor de ajuste desde el valor publicado hacia el presente.

Tabla 5. Componentes del valor para Servicio de Control de Erosión y Recuperación de Suelos.

Componente	Unidad	Valor	Fuente
Costo Restauración 2020	UTM/ha	5	CONAF (2020)
Dólar	CLP/USD	826,2	SII (2021)
UTM			
Ajuste UF	u	1,02	Cálculo propio con información de SII (2021)
DAP (90%) Restauración 2021	USD/ha	294,62	
Superficie	ha	Variable	Catastro Vegetacional de Chile

Captura de Carbono

La Captura de Carbono explica que el metabolismo de los sistemas naturales provoca una extracción de carbono en forma de CO₂, el que es almacenado en el material vegetal. Dada su correlación directa con el incremento en Biomasa, es afectado por los ajustes de densidad y cobertura.

Se utiliza el valor de las transacciones internacionales del Carbono por tonelada, definido como *Global Carbon Index*. Las superficies corresponden a la sumatoria de formaciones xerofíticas en acuerdo al Catastro de Vegetación del Bosque Nativo para las regiones de Arica y Parinacota, Iquique y Antofagasta.

La cuantificación del valor corresponde a la sumatoria del producto entre la superficie de las formaciones xerofíticas, la captura anual de carbono y el valor por tonelada de carbono. Debido a que el valor se extrae en el presente y responde a un mercado internacional, no se utiliza los ajustes de UF para su proyección futura, pues su valor futuro responde a factores no estimables en el presente estudio. Se considera conservador, por lo tanto, utilizar su valor presente como valor mínimo hacia el futuro.

$$SCC = \sum (S * CC * \$tC)$$

En donde,

SCC es valor anual del servicio de captura de carbono en USD ha⁻¹año⁻¹,

S es la superficie de la formación xerofítica en ha,

CC es la captura de carbono de la formación ajustada por su densidad, en t ha⁻¹año⁻¹

\$tC es el valor internacional por tonelada de carbono, en USD/t

Tabla 6. Componentes del valor para el servicio de Captura de Carbono.

Componente	Unidad	Valor	Fuente
Valor Carbono	USD/t	35,06	Global Carbon Index (IHS Markit, 2021)
Superficie	ha	Variable	Catastro Vegetacional (CONAF, 1997; CONAF, 2015b)

Regulación del Ciclo de Nutrientes

El servicio de Regulación del Ciclo de Nutrientes guarda relación con los niveles de reincorporación de nutrientes al suelo, aportados principalmente como hojarasca. Debido a que la producción de biomasa tiene relación con los niveles de cobertura de un ambiente, se utilizan los ajustes de densidad y cobertura (ver Tabla 44). Se presume que el mínimo

valor de reposición de nutrientes es el valor de un fertilizante comercial que al menos cubra los aportes en nitrógeno por hectárea. Para el caso particular, se utiliza urea² como producto base, debido a su amplio uso y bajo valor de mercado.

Los valores utilizados corresponden al valor de los nutrientes listados por ODEPA (2017) necesarios para reemplazar el aporte de hojarasca por sistemas del tipo matorral a matorral abierto. De esta forma, se obtiene la producción de hojarasca y su contenido de Nitrógeno, y por otra parte se homologa su reemplazo con urea como piso mínimo del valor. Las superficies corresponden a la sumatoria de formaciones xerofíticas en acuerdo al Catastro de Vegetación del Bosque Nativo para las regiones de Arica y Parinacota, Iquique y Antofagasta.

La cuantificación del valor corresponde a la sumatoria del producto entre la superficie de las formaciones xerofíticas, la cantidad de fertilizante que repondría lo producido por la hojarasca y el valor por kg de fertilizante, capitalizado por un factor de corrección del valor.

$$SRN = \sum (S * N_H * \$N * F_{ij})$$

En donde,

SRN es valor anual del servicio de Regulación del Ciclo de Nutrientes, en USD ha⁻¹año⁻¹,

S es la superficie de la formación xerofítica en ha,

NH es la cantidad de fertilizante necesario para reponer lo producido por la hojarasca de la formación H, ajustado por su densidad, en kg ha⁻¹año⁻¹

\$N es el valor del fertilizante en kg ha⁻¹

F_{ij} es el factor de ajuste desde el valor publicado hacia el presente.

Tabla 7. Componentes del valor para el servicio de Regulación del Ciclo de Nutrientes.

Componente	Unidad	Valor	Fuente
N en hojarasca	kg/ha/año	14	GEF-MMA-PNUD (2010)
Contenido N en Urea	%	0,46	ODEPA (2012)
Ajuste UF	u	1,1104	Cálculo propio con información de SII (2021)
Valor Urea	USD/t	395,37	ODEPA (2017)
Reposición N con Urea	kg/ha	30,43	Cálculo propio con información de ODEPA (2012)
Valor Urea	USD/ha	13,36	

² Este producto puede ser reemplazado por otro disponible en el mercado. Sin embargo, debe ser considerado el costo de oportunidad y la aplicabilidad al utilizar un producto de mayor valor.

Abastecimiento de Agua

El servicio de Abastecimiento de Agua guarda relación con el aumento marginal de la disponibilidad hídrica atribuible a la presencia de vegetación. Se utilizaron los valores contenidos en GEF-MMA-PNUD (2010) para la provisión hídrica asociada a matorral y formaciones xerofíticas.

El monto asignado a la provisión de agua calculado de esta forma guarda relación con la valoración del incremento marginal de los caudales cuando existe vegetación como cobertura. Las superficies corresponden a la sumatoria de formaciones xerofíticas en acuerdo al Catastro de Vegetación del Bosque Nativo para las regiones de Arica y Parinacota, Iquique y Antofagasta.

La cuantificación del valor corresponde a la sumatoria del producto entre la superficie de las formaciones xerofíticas y el valor del abastecimiento de agua atribuible a la presencia de vegetación xerofita. capitalizado por un factor de corrección del valor.

$$SAA = \sum (S * \$A * F_{ij})$$

En donde,

SAA es valor anual del servicio de Abastecimiento de Agua, en USD ha⁻¹año⁻¹,

S es la superficie de la formación xerofítica en ha,

\$A es el valor del abastecimiento de agua atribuible a la vegetación xerofita, en USD ha⁻¹

F_{ij} es el factor de ajuste desde el valor publicado hacia el presente.

Tabla 8. Componentes del valor para el servicio de Abastecimiento de Agua.

Componente	Unidad	Valor	Fuente
Valor Abastecimiento Agua	USD/ha	78,99	GEF-MMA-PNUD (2010)
Ajuste UF	u	1,3869	Cálculo propio con información de SII (2021)
Valor Abastecimiento Agua	USD/ha	109,55	

Provisión de Refugio

El servicio de refugio tiene relación con la capacidad de un sistema de albergar y permitir la vida de otras especies. La capacidad de un sistema no necesariamente está dada por su densidad, en tanto que existen nichos variables para distintas composiciones y densidades de ambientes.

El monto asignado a la provisión de refugio calculado de esta forma guarda relación con la valoración de la disposición a pagar por los ecosistemas en tanto son hábitat de otras especies. Las superficies corresponden a la sumatoria de formaciones xerofíticas en acuerdo al Catastro de Vegetación del Bosque Nativo para las regiones de Arica y Parinacota, Iquique y Antofagasta.

La cuantificación del valor corresponde a la sumatoria del producto entre la superficie de las formaciones xerofíticas y el valor del abastecimiento de refugio de otras especies atribuible a la presencia de vegetación xerofita. capitalizado por un factor de corrección del valor.

$$SPR = \sum (S * \$R * F_{ij})$$

En donde,

SPR es valor anual del servicio de Provisión de Refugio en USD ha⁻¹año⁻¹,

S es la superficie de la formación xerofítica en ha,

\$R es el valor atribuido al servicio de Refugio de otras especies en formaciones xerofíticas, en USD ha⁻¹

F_{ij} es el factor de ajuste desde el valor publicado hacia el presente.

Tabla 9. Componentes del valor para el servicio de Provisión de Refugio.

Componente	Unidad	Valor	Fuente
Valor Provisión de Refugio	USD/ha	9,12	GEF-MMA-PNUD (2010)
Ajuste UF	u	1,3869	Cálculo propio con información de SII (2021)
Valor Provisión de Refugio	USD/ha	12,65	

Producción de Pellets de Brea

Como servicio de Abastecimiento, se tiene que es posible producir pellets de Brea (*Tessaria sp.*) utilizables como bioinsumo en las plantaciones agrícolas, permitiendo aumentar la captación de agua y la entrega de nutrientes.

Si bien se valora el servicio en función de la producción de Pellets de Brea, esto corresponde a un valor mínimo potencial, por lo que no implica necesariamente su extracción. Es necesario mencionar que la superficie valorada de esta forma corresponde a un 0,06% de la superficie total de las formaciones xerofíticas con valor asignado.

Los valores asignados se obtienen de un estudio sobre la puesta en valor de *Tessaria sp.* (Brea) realizado por la Universidad de Concepción, y cofinanciado por el Gobierno Regional de Atacama [GORE Atacama]. Se estima la generación de biomasa como un matorral con densidad ajustada al polígono específico con presencia de Brea. Las superficies corresponden a la sumatoria de formaciones con presencia prioritaria de *Tessaria sp.* en acuerdo al Catastro de Vegetación del Bosque Nativo para las regiones de Arica y Parinacota, Iquique y Antofagasta.

Se calcula este servicio como la sumatoria del producto entre superficies con presencia principal de Brea, su producción de materia seca ajustado a la densidad del rodal y el valor de venta por tonelada de pellet procesado, capitalizado por un factor de corrección del valor.

$$SPB = \sum (S_B * MS_B * \$B * Fij)$$

En donde,

SPB es valor anual de la Producción de Pellets de Brea en USD ha⁻¹año⁻¹,

S_B es la superficie con presencia principal de Brea (*Tessaria sp.*) en ha,

MS_B es la biomasa seca producida por Brea, ajustado a la densidad, en t ha⁻¹año⁻¹

\$B es el valor de la tonelada de pellet de Brea, en USD ha⁻¹

Fij es el factor de ajuste desde el valor publicado hacia el presente.

Tabla 10. Componentes del valor para el servicio de Producción de Pellets de Brea.

Componente	Unidad	Valor	Fuente
Valor Pellet Brea	CLP/ton	31.658	UDT, Universidad de Concepción (2019)
Materia Seca anual	ton/ha/año	6,81	Cálculo propio con información de GEF-MMA-PNUD (2010)
Dólar	CLP/USD	826,2	SII (2021)
Ajuste UF	u	1,0511	Cálculo propio con información de SII (2021)
Valor Pellet Brea	USD/ha	44,72	

Producción de Productos Forestales No Madereros

El equipo de investigadores consultó por información disponible sobre extracción y comercio de especies particulares para verificar su suficiencia para un análisis económico, pero no fue posible obtener la información, ni

desde CONAF, ni desde información publicada o literatura gris. También en las encuestas realizadas (Anexo 1), se consultó a expertos y expertas sobre este aspecto, pero tampoco fue posible obtener información desde ahí.

5.2.1.3 Proyección y Actualización de Valores

La proyección de valores comerciales se ajustó por el IPC proyectado, que corresponde a la variación interanual de la Unidad de Fomento. Así, el valor de intercambio asociado a la valoración de un servicio ecosistémico se mantuvo evitando el efecto de la inflación sobre un monto fijo.

Para la proyección futura se empleó una tasa de descuento $\alpha = 0,00$, entendiendo que los SSEE no pierden valor en el tiempo por concepto de costo de oportunidad monetario (Markandya y Pearce, 1988; Wright, 1990; Carson y Roth, 2009). Se considera que es un escenario conservador, puesto que los servicios ecosistémicos como provisión de agua o regulación climática han ido en declive, por lo que sus características de escasez en conjunto a la importancia de la provisión difícilmente lo sitúan en un escenario en que su valor disminuya, volviendo razonable incluso el uso de tasas de interés negativas. En el presente estudio no será abordado de esta forma para evitar sobrevaloración de los SE.

5.2.1.4 Indicador para Valor Económico Total por Hectárea (IND_VET)

Para la priorización final (objetivo específico 3) de formaciones xerofíticas del proyecto, fue necesario construir un indicador para Valor Económico Total por hectárea. Este indicador atribuyó el Valor Económico Total por hectárea atribuible a cada polígono. Esto contempla los SE de Captura de Carbono, Provisión de Agua, Regulación de Nutrientes en el Suelo, Protección contra la Erosión y Valoración de Pellet de Brea en los rodales que corresponde. El método de valoración económica para cada uno fue explicado anteriormente en este informe.

El VET total por hectárea se obtuvo por medio de la división del total del valor en USD asignado al polígono por su superficie en Ha.

$$VET_{ha} = \frac{VET_j}{S_j}$$

Donde VET_{ha} es el Valor Económico Total por hectárea; VET_j es el Valor Económico total del rodal j ; S_j es la superficie en hectáreas del rodal j .

El Valor Económico Total por hectárea de este modo fue escalado como indicador de la siguiente forma:

Tabla 11. Valores para el indicador de Valor Económico Total por hectárea.

Valor atribuido por Hectárea (USD)	Valor del indicador (IND_VET)
[0]	0
[0.1, 400[	1
[400, 500[	2
[500, 600[	3
[600.1, ∞[	4

5.2.2 Cuantificación y evaluación social de SE brindados por formaciones xerofíticas

Esta fase se llevó a cabo de dos maneras que se presentan a continuación para lo cual se utilizaron estrategias de evaluación no económicas:

5.2.2.1 Cuantificación de servicios ecosistémicos culturales, de provisión y regulación identificados a través de literatura y consulta a expertos

Dado que el central del enfoque de SE es bienestar humano, incorporarlos desde una perspectiva no económica para el análisis del impacto social de las formaciones xerofíticas se hace relevante. De esta forma los servicios ecosistémicos culturales, de provisión y regulación identificados, se cuantificaron a través de la generación de indicadores escalares en las siguientes categorías: a) Número de servicios ecosistémicos culturales de las especies principales, y b) Número de servicios ecosistémicos de provisión y regulación de las especies principales.

Listado de Servicios Identificados:

- Características de los sistemas vivos que permiten actividades a través de interacciones activas o inmersivas.
- Características de los sistemas vivos que permiten experiencias estéticas.
- Características de los sistemas vivos que permiten la investigación científica.
- Características de los sistemas vivos que son importantes en términos de cultura o herencia.
- Control de las tasas de erosión.
- Control de pestes (incluyendo especies invasoras).
- Elementos de los sistemas vivos que son sagrados o con significado religioso.

- Elementos de los sistemas vivos que tienen un significado simbólico.
- Fibras y otros materiales de plantas silvestres para uso directo o procesamiento.
- Filtración, secuestro, almacenamiento y/o acumulación a través de microorganismos, algas, plantas y animales.
- Mantenimiento de poblaciones juveniles y hábitats.
- Plantas silvestres utilizadas como fuente de energía.
- Plantas silvestres utilizadas para alimentación.
- Plantas silvestres (terrestres y acuáticas, incluidos hongos, algas) utilizadas como fuente de energía.
- Polinización.
- Procesos de descomposición y fijación y su efecto en la calidad del suelo.
- Regulación de la temperatura y la humedad, incluyendo ventilación y transpiración.
- Regulación del ciclo hidrológico y los flujos de agua.
- Otros (Artesanía).

Previo a ello fue necesario llevar a cabo una fase de homologación de información. La información adquirida con relación a la provisión de Servicios Ecosistémicos por las diferentes especies fue vinculada en acuerdo a literatura científica y literatura gris. No obstante, la aplicación cartográfica de la que depende la extensión de magnitudes y locaciones depende del Catastro de Vegetación del Bosque Nativo para las regiones de Arica y Parinacota, Iquique y Antofagasta. Este último incorpora las especies en códigos que pueden incorporar el nombre común, o parcialmente el nombre científico.

Ante lo descrito, se homologó la mayor información posible para correlacionar un nombre común a una especie particular. Para esto se buscaron los nombres comunes presentes en los siguientes documentos:

- Estudio compilatorio de flora y fauna presente en las áreas silvestres protegidas de la Región de Tarapacá (CONAF, 2012).
- Flora y Vegetación: Alrededores del Volcán Licancabur (CEA-GORE Antofagasta).
- Los Nombres Vulgares de las Plantas Silvestres de Chile y su concordancia con los nombres científicos (Baeza, 1930).
- Flora Nativa de la región de Arica y Parinacota (González y Molina, 2017).

Dado que el nombre común puede estar vinculado a más de un nombre científico, se listó todos aquellos que pudieran corresponder por literatura o afinidad taxonómica con el objeto de incorporar la información en la base de datos.

Tabla 12. Listado de homologación entre nombre común y nombre científico para especies vegetales presentes.

Nombre Común	Nombre Científico	Nombre Común	Nombre Científico
Acanto desert	<i>Acantholippia deserticola</i>	Koa	<i>Parastrephia quadrangularis</i>
Algarrobo	<i>Prosopis alba</i>	Lampay medici	<i>Lampaya medicinalis</i>
Algarrobo	<i>Prosopis burkartii</i>	Lejía	<i>Baccharis santelicis</i>
Ambros artemi	<i>Ambrosia artemisioides</i>	Lejia	<i>Baccharis tola</i>
Anahua	<i>Adesmia spinosissima</i>	Llaretá	<i>Azorella compacta</i>
Añahua	<i>Adesmia spinosissima</i>	Lophop cuneat	<i>Lophopappus tarapacanus</i>
Añahuilla	<i>Adesmia spinosissima</i>	Lycium fragos	<i>Lycium boerhaviaefolia</i>
Baccha petrio	<i>Baccharis scandens</i>	Ojalar	<i>Atriplex atacamensis</i>
Baccharis sp.	<i>Baccharis alnifolia</i>	Ojalar	<i>Atriplex glaucescens</i>
Brea, Sorona	<i>Tessaria absinthioides</i>	Oxalis gigant	<i>Oxalis caesia</i>
Brea, Sorona	<i>Tessaria sp.</i>	Paja brava	<i>FesTuca orthophylla</i>
Candelabro	<i>Browningia candelaris</i>	Paja brava	<i>FesTuca orthophylla</i>
Chaguar jote	<i>Puya boliviensis</i>	Pako	<i>Senecio behnii</i>
Chake	<i>Deyeuxia deserticola</i>	Pako	<i>Senecio ctenophyllus</i>
Chastudo, viejito	<i>Oreocereus leucotrichus</i>	Pako	<i>Senecio eriophyton</i>
Coirón	<i>Festuca rigidifolia</i>	Pako	<i>Senecio nutans</i>
Copiapoa spp.	<i>Copiapoa ahremephiana</i>	Pak'o	<i>Senecio behnii</i>
Copiapoa spp.	<i>Copiapoa aphanes</i>	Pak'o	<i>Senecio ctenophyllus</i>
Copiapoa spp.	<i>Copiapoa boliviana</i>	Pak'o	<i>Senecio eriophyton</i>
Copiapoa spp.	<i>Copiapoa cinerea</i>	Pak'o	<i>Senecio nutans</i>
Copiapoa spp.	<i>Copiapoa humilis</i>	Paramela	<i>Adesmia atacamensis</i>
Copiapoa spp.	<i>Copiapoa hypogaea</i>	Pesco tola	<i>Baccharis boliviensis</i>
Copiapoa spp.	<i>Copiapoa krainziana</i>	Pingo-Pingo	<i>Ephedra breana</i>
Copiapoa spp.	<i>Copiapoa laui</i>	Pulika	<i>Parastrephia lepidophylla</i>

Nombre Común	Nombre Científico	Nombre Común	Nombre Científico
Copiapoa spp.	<i>Copiapoa longistaminea</i>	Pulika	<i>Parastrephia quadrangularis</i>
Copiapoa spp.	<i>Copiapoa montana</i>	Quenoa	<i>Polylepis rugulosa</i>
Copiapoa spp.	<i>Copiapoa rupestris</i>	Quenoa altur	<i>Polylepis tarapacana</i>
Copiapoa spp.	<i>Copiapoa serpentisulcata</i>	Quisco	<i>Eriogyne esmeraldana</i>
Copiapoa spp.	<i>Copiapoa solaris</i>	Quisco	<i>Eriogyne heinrichiana</i>
Copiapoa spp.	<i>Copiapoa taltalensis</i>	Quisco	<i>Eriogyne laui</i>
Corryo brevis	<i>Corryocactus brevistylus</i>	Quisco	<i>Eriogyne occulta</i>
Deyeux afl. i	<i>Deyeuxia deserticola</i>	Quisco	<i>Eriogyne recondita</i>
Dunali lycioi	<i>Dunalia spinosa</i>	Quisco	<i>Eriogyne rodentiophila</i>
Eulych iquiqu	<i>Eulychnia iquiquensis</i>	Quisco	<i>Corryocactus brevistylus</i>
Fabian ramulo	<i>Fabiana ramulosa</i>	Quisco	<i>Echinopsis ferox (Lobivia longispina)</i>
Fabian squama	<i>Fabiana squamata</i>	Retamo	<i>Caesalpinia aphylla</i>
Festuc nardif	<i>Festuca rigidifolia</i>	Rumpa	<i>Eulychnia iquiquensis</i>
Grama salada	<i>Atriplex taltalensis</i>	Rumpa	<i>Eulychnia morromorenoensis</i>
Grama salada	<i>Atriplex atacamensis</i>	Rumpa	<i>Eulychnia saint-pieana</i>
Grama salada	<i>Atriplex glaucescens</i>	Suspiro	<i>Nolana balsamiflua</i>
Grama salada	<i>Atriplex imbricata</i>	Tamarugo	<i>Prosopis tamarugo</i>
Grama salada	<i>Atriplex madariagae</i>	Tamarugo	<i>Prosopis strombulifera</i>
Grinde tarapa	<i>Grindelia tarapacana</i>	Tara	<i>Fabiana stephanii</i>
Gypoth pinifo	<i>Gypothamnium pinifolium</i>	Tetrag mariti	<i>Tetraglochin cristatum</i>
Hageoc fascic	<i>Haageocereus chilensis</i>	Tillandsia sp	<i>Tillandsia geissei</i>
Heliot taltal	<i>Heliotropium taltalense</i>	Tillandsia sp	<i>Tillandsia tragophoba</i>
Hierba de Sal	<i>Atriplex taltalensis</i>	Tola	<i>Diplostegium meyenii</i>

Nombre Común	Nombre Científico	Nombre Común	Nombre Científico
Hierba de Sal	<i>Atriplex atacamensis</i>	Tola de agua	<i>Parastrephia lucida</i>
Hierba de Sal	<i>Atriplex glaucescens</i>	Verbena sp.	<i>Aloysia tarapacana</i>
Hierba de Sal	<i>Atriplex imbricata</i>	Vizcachera	<i>Stipa nardoides</i>
Hierba de Sal	<i>Atriplex madariagae</i>	Vizcachera	<i>Stipa pubiflora</i>
Huingan	<i>Schinus areira</i>	Werner poposa	<i>Werneria weddellii</i>

Indicador para SSEE Culturales (IND_C)

Este indicador atribuyó el número de servicios ecosistémicos culturales provisto por las dos especies principales de cada polígono.

En caso de que la especie estuviere informada con nombre común, y fuera a su vez vinculada a más de una especie, se calculó el número de servicios ecosistémicos como la media de los SSEE informados para cada especie.

$$NSC = \frac{\sum SC_{i_1}}{n_1} + \frac{\sum SC_{i_2}}{n_2}$$

Donde NSC es el número de Servicios Ecosistémicos Culturales provisto por la especie de nombre común (1 ó 2); SC_i es el número de Servicios Ecosistémicos Culturales provistos por la especie i que compone el nombre común (1 ó 2); n es el número total de especies que componen el nombre común (1 ó 2)

El número de Servicios Ecosistémicos Culturales obtenidos de este modo fue escalado como indicador de la siguiente forma:

Tabla 13. Valores para el indicador de SE Culturales.

Número de Servicios Ecosistémicos	Valor del indicador (IND_C)
[0, 1[	0
[1, 2[	2
[2, ∞[	4

Indicador para SSEE de Provisión y Regulación (IND_NC)

También se denomina Indicador de Servicios Ecosistémicos No Culturales. Este indicador atribuyó el número de servicios ecosistémicos de Provisión y Regulación provisto por las dos especies principales de cada polígono.

En caso de que la especie estuviere informada con nombre común, y fuera a su vez vinculada a más de una especie, se calculó el número de servicios ecosistémicos como la media de los SSEE informados para cada especie.

$$NPR = \frac{\sum SP_{i1}}{n_1} + \frac{\sum SP_{i2}}{n_2} + \frac{\sum SR_{i1}}{n_1} + \frac{\sum SR_{i2}}{n_2}$$

Donde NPR es el número de Servicios Ecosistémicos de Provisión y Regulación provisto por la especie de nombre común (1 ó 2); SP_i es el número de Servicios Ecosistémicos de Provisión listados por la especie i que compone el nombre común (1 ó 2); SR_i es el número de Servicios Ecosistémicos de Regulación provistos por la especie i que compone el nombre común (1 ó 2); n es el número total de especies que componen el nombre común (1 ó 2)

El número de Servicios Ecosistémicos Culturales obtenidos de este modo fue escalado como indicador de la siguiente forma:

Tabla 14. Valores para indicadores de SE de provisión y regulación.

Número de Servicios Ecosistémicos	Valor del indicador (IND_NC)
[0, 1[	0
[1, 2]	1
[3, 4]	2
[5, 6]	3
[7, ∞[	4

5.2.2.2 Entrevista cualitativa a comunidades locales

Esta actividad fue una de las más complejas de realizar durante el proyecto. Al respecto, solo se obtuvo apoyo para contactar comunidades desde la Corporación Nacional de Antofagasta, desde donde obtuvimos una base de datos completa de comunidades locales con teléfonos y correos electrónicos. Destacamos, sin embargo, que, desde Tarapacá, la CONAF también nos dio sugerencias de profesionales locales clave que podían dar luces sobre potenciales personas que estarían dispuestas a ser entrevistadas. Cabe destacar además que las entrevistas se realizaron en momentos complejos dada la pandemia y conflictos de inmigración en el norte del país, por lo cual fue esencial el apoyo de entrevistadores locales que conocían el territorio y tenían experiencia profesional social y vínculos con actores locales de diferentes comunidades. Por otra parte, los cambios socioambientales que vive el país también emplazaron a la academia, que es hoy en día mirada con escepticismo desde actores locales. De esta

manera, fue necesario fortalecer el apoyo ocasional, incorporando al proyecto profesionales locales con vasta experiencia en el territorio del proyecto y con contactos previos con comunidades locales. Esto se solicitó Fondo de Investigación del Bosque Nativo, lo cual fue aprobado, así como también la re-iteimización de presupuesto para poder financiar este fortalecimiento de apoyo ocasional. Probablemente, la presencia del equipo del proyecto realizando entrevistas en el territorio hubiera sido absolutamente ineficiente por las razones anteriormente expuestas.

Dadas las características de los actores locales a ser entrevistados, esencialmente comunidades indígenas y otros actores que viven en contacto directo con su entorno, se optó por el uso de técnicas cualitativas basadas en un enfoque narrativo, que permite visualizar y analizar percepciones, experiencias, preferencias, normas y valores que se construyen desde diversos grupos humanos con sus entornos naturales (Menceyra, 2021). Este tipo de instrumentos también permite capturar mejor los valores plurales de los sistemas naturales (Tadaki et al., 2017). De esta forma, investigadores/as del proyecto diseñaron una entrevista cualitativa (Anexo 2), la cual fue validada también por profesionales de la CONAF con experiencia en dimensiones sociales de las formaciones xerofíticas del país. El contenido de la entrevista aborda diferentes ejes de información que permiten relevar aspectos relevantes, como las características del paisaje y la percepción del espacio, la identidad local, identificación de especies vegetales, las condiciones sociales de los vínculos y cómo estos se conforman, dinámicas colectivas y percepción de cambios, escenarios formales e informales en que se construyen las relaciones con la vegetación.

El instrumento fue aplicado a distintos actores locales en cada subzona de la macrozona por un antropólogo, una antropóloga y un extensionista propiamente tal con experiencia local, capacitados para ello. En Antofagasta las entrevistas fueron realizadas en formato virtual vía telefónica, zoom, o meet por una antropóloga con experiencia en la zona. Las personas acordaron participar a través de su aprobación a un consentimiento informado. La estrategia de aplicación de las entrevistas no buscó obtener un gran número de participantes, sino más bien un grupo diverso, es decir, recoger variedad de opiniones, además de diversidad cultural y territorial. En Antofagasta fue posible entrevistar a un total de 10 personas. En Arica y Parinacota, fueron 15 personas las entrevistadas y en Tarapacá, se aplicaron 20 entrevistas, las que, en todos los casos, se grabaron en audio con el consentimiento de las personas. Cabe destacar que lograr estas entrevistas requirió un inmenso esfuerzo de terreno para lo cual, como fue mencionado se requirió fortalecer el apoyo ocasional en el proyecto.

Se llevó a cabo la transcripción de la información obtenida mediante el *software* Trint, a partir de los audios generados de la grabación de las entrevistas. Trint permite transformar audios de entrevistas en archivos Word y ha sido utilizado en estudios similares. Posteriormente, las respuestas de las entrevistas a las preguntas más trascendentales para el

proyecto se analizaron a través de análisis de contenido (Arias-Arévalo et al., 2017), utilizando una identificación inductiva de los diferentes conceptos que los actores utilizaron para responder (Cerda y Bidegain, 2018).

La entrevista permitió identificar especies particulares que brindan diferentes servicios y además una visión desde las comunidades sobre los cambios obtenidos en la zona.

5.2.3 Cuantificación del impacto ambiental

5.2.3.1 Indicador del Nivel de Amenaza para la Conservación de las Especies

Para abordar la dimensión ambiental del problema y posteriormente incorporarla en la priorización de formaciones xerofíticas se consideró el nivel de amenaza de las especies. Este indicador propone ponderar parte de la relevancia de conservación de una especie en la medida que más amenazas tenga a su continuidad, por lo que no se vincula en forma directa con su provisión de servicios ecosistémicos más allá de su valor intrínseco.

Para ello se generó un Indicador de Nivel de Amenaza para la Conservación de las especies (IND_C). Este indicador atribuyó el nivel de amenaza con base en la Estado de Conservación de todas las especies con información disponible en el polígono.

En caso de que la especie estuviese informada con nombre común, y fuera a su vez vinculada a más de una especie, se calculó el nivel de amenaza como la media de su Categoría de Conservación de las especies componentes. Las especies informadas por rodal pueden ir desde 1 a 6.

$$ECC = \frac{\sum CC_1}{n_1} + \frac{\sum CC_2}{n_2} + \dots + \frac{\sum CC_m}{n_m}$$

Donde ECC es el grado de amenaza del rodal; CC es la Categoría de Conservación actualizada para cada especie que compone el nombre común {1, 2, ..., m}; n es el número total de especies que componen el nombre común {1, 2, ... ,m}.

El Nivel de Amenaza o Estado de Conservación del rodal obtenido de esta manera fue escalado como indicador de la siguiente forma:

Tabla 15. Valor para el indicador de Nivel de Amenaza de las Especies.

Estado de Conservación	Valor del indicador (IND_C)
Sin Categoría	0
Preocupación Menor	1
Casi Amenazado	2
Vulnerable	3
En Peligro; En Peligro Crítico; Extinto	4

Dado que en caso de más de una especie para un nombre común el promedio puede dar valores no enteros, se aproximó al entero más cercano para valores [1, 4], en tanto que para los valores]0, 1[se aproximó siempre al entero superior, como medida conservadora para evitar que el Estado de Conservación sea invisibilizado y/u homologado a rodales sin amenazas a la conservación.

5.3 Priorización de la evaluación del impacto Económico, Social y Ambiental del uso y extracción de SE y PFM de formaciones xerofíticas

La estrategia metodológica utilizada para el logro de este objetivo requirió enfoques de Análisis Multicriterio (vero por ejemplo Peri et al. 2021). Se creó un indicador de conglomerado. Esto permitió priorizar formaciones xerofíticas de manera integrada tal como se comprometió en la propuesta. De esta forma, como ha sido mencionado, se generaron indicadores escalares en cuatro categorías:

- Número de Servicios Ecosistémicos Culturales de las Especies Principales
- Número de Servicios Ecosistémicos de Provisión y Regulación de las Especies Principales
- Valor Económico Total por Hectárea
- Nivel de Amenaza a la Conservación de las Especies

5.3.1 Indicador Conglomerado

Este indicador de conglomerado (IND_C) tiene por objeto hacer un ensamble de los componentes descritos (económico, social, ambiental), entregando sólo una línea de priorización que contenga la información de múltiples indicadores.

Para esto se generó una función ponderada de integración de los indicadores descritos, usando la siguiente fórmula:

$$IC_i = IND_C_i * 0.2 + IND_NC_i * 0.3 + IND_VET_i * 0.2 + IND_CC_i * 0.3$$

Donde IC es el Indicador Conglomerada para el rodal i; IND_C_i es el Indicador de SSEE Culturales del rodal i; IND_NC_i es el Indicador de SSEE de Provisión y Regulación del rodal i; IND_VET_i es el Indicador de Valor Económico Total por hectárea del rodal i; IND_CC_i es el Indicador de Amenaza de las Especies del rodal i.

Los coeficientes ponderados buscan visibilizar criterios que pueden ser relevantes en el marco de la vinculación de la conservación y el bienestar humano, especialmente en aristas difícilmente adquiribles por otros métodos. Así, se asigna igual proporción a la provisión de Servicios Ecosistémicos Culturales y al nivel de Amenaza de las especies presentes en el rodal, y seguido de estos, en iguales partes el registro de Servicios Ecosistémicos de Provisión y Regulación y el Valor Económico Total para cada rodal. No obstante, y con base en el criterio y necesidades específicas

de las instituciones estos factores de ponderación pueden ser modificados para su ajuste.

5.3.2 Generación Cartográfica

La cartografía de análisis de quiebres naturales se gestionó por medio de los valores discretos de los valores encontrados, agrupando en 3 o 4 quiebres en acuerdo a los datos basales.

Por su parte, la generación del análisis de conglomerados utilizó una matriz de vecindad tipo reina considerando sólo rodales contiguos en al menos una arista o lado. La matriz de vecindad se utilizó como base para la generación de un análisis Univariado Local de Moran, explicando los conglomerados de altos y bajos valores de IND_CO con $p < 0.01$.

6. Resultados

6.1 Análisis de la provisión de Productos Forestales no Madereros (PFNM) y otros Servicios Ecosistémicos que se proveen en la actualidad

6.1.1 Búsqueda bibliográfica

Desde la búsqueda bibliográfica, un total de 71 documentos fueron obtenidos que permitieron obtener y visualizar SE proporcionados por formaciones xerofíticas. De estos, 57 (80%) corresponden a documentos científicos, 11 (15%) son documentos técnicos, y 3 (5%) corresponden a tesis de estudiantes. Siguiendo la clasificación de acuerdo a la Tabla 1 presentada en la sesión metodológica, la Figura 1 muestra las tendencias de la literatura.

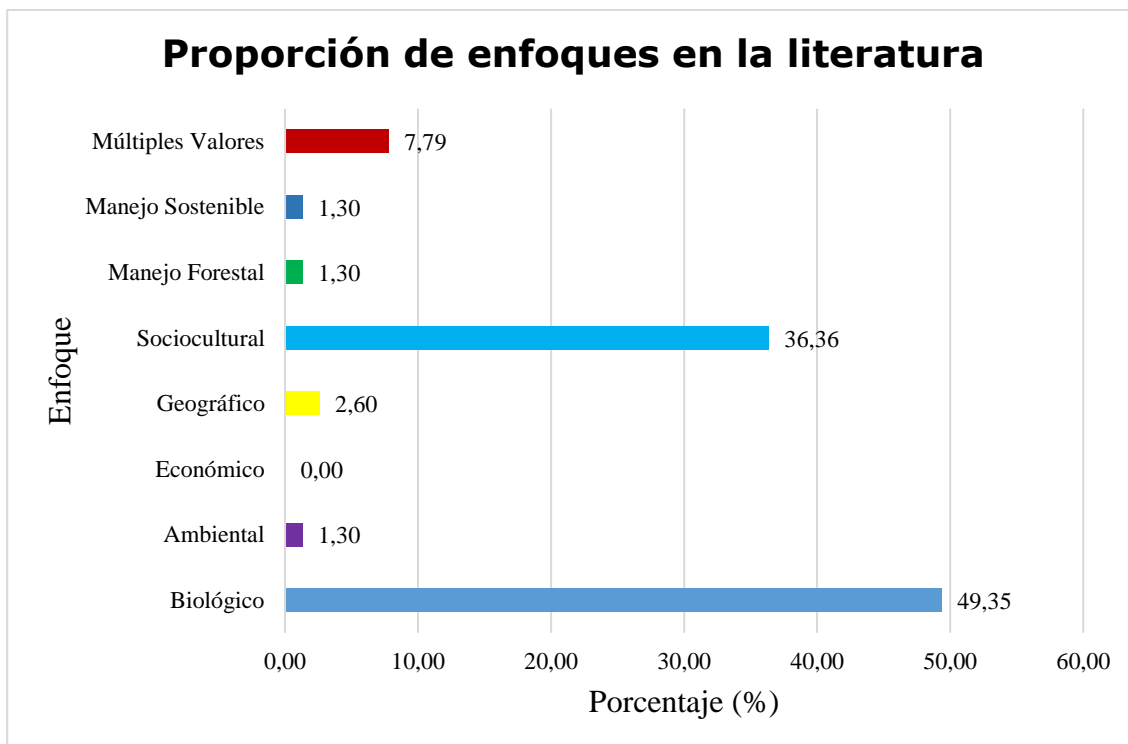


Figura 1. Documentos que permiten visualizar SE, y el enfoque utilizado.

La literatura recopilada abarca a las formaciones xerofíticas desde un enfoque principalmente biológico, el cual engloba al 49,35% de los títulos revisados (Figura 1). De estos últimos, el 55% se enfoca en lineamientos de conservación biológica o en amenazas hacia las especies xerofíticas. Otros enfoques detectados dentro de la literatura son el enfoque sociocultural (36,36%) y el de múltiples valores (7,79%). Aparece como relevante el hecho de que no se encontraron títulos con un enfoque económico que describan usos y beneficios de las formaciones y especies xerofíticas desde una perspectiva monetaria.

6.1.2 Servicios ecosistémicos identificados por la literatura y expertos

6.1.2.1 Identificación desde la literatura

La construcción de matrices (ver Sección 5.1.3 en este informe), permitió identificar los SE encontrados y llevar a cabo análisis cuantitativos descriptivos.

Región de Arica-Parinacota

Tendencias de los SE identificados desde la literatura se presentan a continuación en la Tabla 15. Para esta región se identificaron 18 SE que son proporcionados por vegetación xerofítica. Estos servicios se relacionan a 58 especies que los provisionan. La formación xerofítica más

documentada a partir de la cual SE pudieron ser identificados es la Estepa Altoandina Altiplánica.

Tabla 16. Servicios ecosistémicos de formaciones xerofíticas identificados para la Región de Arica y Parinacota. SE son organizados en las formaciones vegetales de Gajardo (1994). Los valores numéricos en horizontal indican el número de especies identificadas que provisionan servicios. De este modo, el mismo servicio puede ser proporcionado por diferentes especies. P: SE de provisión; R: SE de regulación; C: SE cultural; P-C: SE provisión-cultural.

Servicios Ecosistémicos identificados	Tipo de servicio	Desierto interior	Estepa altoandina altiplánica	Estepa arbustiva prealtiplánica	Matorral ripario de las quebradas y los oasis
Usos medicinales	P-C	8	26	3	
Usos tintóreos	P-C	1	3		
Alimentación	P	3	12	1	
Forraje	P	8	15	5	1
Leña	P	3	11	1	
Combustible	P		1		
Construcción de cercos	P	1	1		
Techumbres	P	2	3		
Material para construcción	P		3		1
Simbólica				1	
Usos como escobillón	P	1			
Artesanía	C	1	3		1
Beneficios ornamentales	C	3	6	1	
Valores sagrados	C	1	2		
Usos ceremoniales	C		2	1	
Uso como palillos para tejer	P-C		1	1	
Uso como materia orgánica para mejorar la estructura de suelos agrícolas	R		1		
Usos aromáticos	C			1	
Cantidad de identificaciones de oferta de SEs por especies xerofíticas presentes en cada formación vegetacional		32	90	15	3

Especies identificadas como relevantes en la provisión de SE son las siguientes (Tabla 17).

Tabla 17. Especies xerofíticas relevantes como proveedoras de SE.

Especies xerofíticas	Servicios ecosistémicos	Estado de Conservación a nivel nacional
<i>Browningia candelaris</i>	Comestible / Leña / Construcción / Artesanía / Ornamental	Vulnerable (DS 41/2011 MMA, 2012)
<i>Dunalia spinosa</i>	Medicina / Comestible / Leña / Cercos / Ornamental	Casi Amenazada (Gatica-Castro et al., 2015)
<i>Parastrephia lepidophylla</i>	Medicinal / Usada como tinte / Comestible / Construcción / Sagrada	No Clasificada
<i>Parastrephia lucida</i>	Medicinal / Usada como tinte / Forraje / Leña / Construcción	Casi Amenazada (Gatica-Castro et al., 2015)
<i>Parastrephia quadrangularis</i>	Medicinal / Usada como tinte / Forraje / Leña / Artesanía / Sagrada	Casi Amenazada (Gatica-Castro et al., 2015)
<i>Polylepis rugulosa</i>	Medicinal / Comestible / Leña / Usada para techumbres / Artesanía	En Peligro (DS 51/2008 MINSEGPRES, 2008)
<i>Polylepis tarapacana</i>	Medicinal / Forraje / Leña / Usada para techumbres / Artesanía / Usada como materia orgánica para mejorar la estructura de suelos agrícolas	Vulnerable (DS 51/2008 MINSEGPRES, 2008)

Región de Tarapacá

Tendencias de SE identificados a través de literatura son presentadas en la Tabla 18. Para esta región, 17 SE fueron identificados que son proporcionados por vegetación xerofita. La mayor parte de los SE identificados en esta región son de provisión, seguidos por culturales. SE de regulación han sido pobremente documentados. La formación xerofítica desde la cual la mayoría de los SE pudo ser identificada corresponde a la Estepa Altoandina Desértica.

Tabla 18. Servicios ecosistémicos de formaciones xerófitas identificados para la Región de Tarapacá. SE son organizados en las formaciones vegetales de Gajardo (1994). Los valores numéricos en horizontal indican el número de especies identificadas que provisionan servicios. De este modo, el mismo servicio puede ser proporcionado por diferentes especies. P: SE de provisión; R: SE de regulación; C: SE cultural; P-C: SE provisión-cultural.

Servicios Ecosistémicos identificados	Tipo de servicio ecosistémico	Desierto de los aluviones	Desierto del Tamarugal	Desierto interior	Estepa altoandina altiplánica	Estepa altoandina desértica	Estepa arbustiva pre-punaña	Estepa desértica de la Puna de Atacama	Matorral desértico con suculentas columnares	Matorral ripario de las quebradas y los oasis
Medicinal	P-C	2		1	1	15	2	2	5	2
Usos tintóreos	P-C				1				2	
Usos comestibles	P			1	2	3	1		3	
Forraje	P	1			3	2	1			
Leña	P		1			2		1	2	
Combustible	P		1			1				
Usos ornamentales	C						1		1	
Valor sagrado	C					2				
Usada en ceremonias	C					3		1		
Simbólica	C					6			1	1
Investigación en ecotoxicología	C								1	
Investigación en estudios de aislamiento de diterpenoides citotóxicos	C							1		
Uso Apícola	P-C						1			
Interés científico por propiedades antioxidantes	C					1				
Uso para espantapájaros	P-C					1				
Interés científico para medir efectividad del uso de atrapanieblas en el extremo norte de Chile	R			1						
Estudios de halofilia	C			1						
Cantidad de identificaciones de oferta de SEs por especies xerófitas presentes en cada formación vegetacional		3	2	4	7	36	6	5	15	3

Especies identificadas como relevantes en la provisión de SE en esta región son las siguientes (Tabla 19).

Tabla 19. Especies xerofíticas relevantes como proveedoras de SE .

Especies xerofíticas	Servicios ecosistémicos	Estado de Conservación a nivel nacional
<i>Browningia candelaris</i>	Comestible / Combustible / Ornamental	Vulnerable (DS 41/2011 MMA, 2012)
<i>Azorella compacta</i>	Medicinal / Leña / Se investiga en estudios de aislamiento de diterpenoides citotóxicos	Vulnerable (DS 51/2008 MINSEGPRES, 2008)
<i>Chersodoma jodopappa</i>	Medicinal / Comestible / Forraje	Casi Amenazada (González y Molina, 2017)
<i>Encelia canescens</i>	Medicinal / Ornamental / Uso Apícola	No Clasificada
<i>Fabiana squamata</i>	Medicinal / Sagrada / Usada en ceremonias	No Clasificada
<i>Lampaya medicinalis</i>	Medicinal / Comestible / Leña / Interés científico por antioxidante	No Clasificada
<i>Parastrephia teretiuscula</i>	Medicinal / Sagrada / Usada en ceremonias	No Clasificada
<i>Artemisia copa</i>	Medicinal / Usada en ceremonias / Simbólica	Preocupación menor (Gatica-Castro et al, 2015)
<i>Trichocereus atacamensis</i>	Medicinal / Comestible / Combustible / Espantapájaros	Casi Amenazada (DS 41/2011 MMA, 2012)
<i>Prosopis strombulifera</i>	Medicinal / Comestible / Estudios de halofilia	Preocupación menor (DS 13/2013 MMA, 2013)

Región de Antofagasta

Los SE identificados en la región de Antofagasta se presentan en la Tabla 20. 20 SE fueron identificados. La mayoría corresponde a SE de provisión seguidos por servicios culturales. La formación xerofítica desde la cual la mayoría de los SE pudieron ser identificados desde la literatura es el Desierto Costero de Taltal.

Tabla 20. Servicios ecosistémicos de formaciones xerófitas identificados para la región de Antofagasta. SE son organizados en las formaciones vegetales de Gajardo (1994). Los valores numéricos en horizontal indican el número de especies identificadas que provisionan servicios. De este modo, el mismo servicio puede ser proporcionado por diferentes especies. P: SE de provisión; R: SE de regulación; C: SE cultural; P-C: SE provisión-cultural.

Servicios ecosistémicos identificados	Tipo de servicio ecosistémico	Desierto costero de Taital	Desierto costero de Tocopilla	Desierto de las Sierras Costeras	Desierto de los aluviones	Desierto del Salar de Atacama	Desierto del Tamarugal	Estepa altoandina altiplánica	Estepa altoandina sub-desértica	Estepa arbustiva pre-punaña	Estepa desértica de la Puna de Atacama	Estepa subdesértica de la Puna de Atacama	Materral ripario de las quebradas y los oasis
Usos medicinales	P-C	1			1			1	1	3	2	2	
Usos tintóreos	P-C								1				
Usos comestibles	P									1	1	1	1
Forraje	P	6	1			2							1
Leña	P	2							1	1	1	1	1
Combustible	P	3				2							1
Cercos	P												1
Usos para techumbres	P											1	
Construcción	P					2			1			1	1
Artesanía	C		1						1			1	
Usos ornamentales	C	1	2										
Turismo de observación	C	2	1			2							
Colecta por intereses de coleccionistas	C	5		1									
Usos como materia orgánica para mejorar la estructura de suelos agrícolas y regulación escurrimiento superficial	R								1				
Control de erosión	R									1			
Mejoramiento de fertilidad de suelo	R									1			
Protección cultivos agrícolas	R					1							
Beneficios en manejo de la regeneración natural en sistemas agroforestales para la protección de cultivos agrícolas bajo dosel	R					1							
Uso cultural sin especificar	C											1	
Uso en celebraciones (fuegos artificiales)	C											1	
Cantidad de identificaciones de oferta de SEs por especies xerófitas presentes en cada formación vegetal		20	5	1	1	1	9	1	6	7	4	9	6

Especies identificadas como relevantes en la provisión de SE en esta región son las siguientes (Tabla 21).

Tabla 21. Especies xerofíticas relevantes como proveedoras de SE.

Especies	Servicios ecosistémicos	Estado de Conservación a nivel nacional
<i>Polylepis tarapacana</i>	Medicinal / Usada como tinte / Leña / Construcción / Artesanía / Utilizada como materia orgánica para mejorar la estructura de suelos agrícolas y regulación escurrimiento superficial.	Vulnerable (DS 51/2008 MINSEGPRES, 2008)
<i>Prosopis alba</i>	Comestible / Forraje / Leña / Combustible / Cercos / Construcción.	Preocupación Menor (DS 13/2013 MMA, 2013)
<i>Prosopis tamarugo</i>	Construcción / Turismo de observación / Protección cultivos agrícolas/ Forraje / Combustible.	En Peligro (DS 13/2013 MMA, 2013)

6.1.3 Identificación desde expertos

6.1.3.1 Especies relevantes

Los participantes del estudio identificaron 88 especies xerofíticas diferentes pertenecientes a la macrozona del proyecto. De estas, se identifican 9 especies como proveedoras de un mayor número de SE: *Azorella compacta*, *Polylepis tarapacana*, *Browningia candelaris*, *Prosopis tamarugo*, *Lampaya medicinalis*, *Prosopis alba*, *Eulychnia iquiquensis*, *Geoffroea decorticans* y *Polylepis rugulosa* (Tabla 22). Cabe destacar que los participantes debieron clasificar los SE identificados utilizando las categorías de CICES (2018) (ver encuesta en Anexo 1 donde se presentan la descripción de SE de acuerdo con CICES).

Tabla 22. Especies con un mayor número de SSEE identificados por expertos y expertas, y los servicios que ofrecen según clasificación CICES (2018).

Especie	Servicios ecosistémicos que ofrece por clasificación CICES (2018)
<i>Azorella compacta</i>	Fibras y otros materiales de plantas silvestres para uso directo o procesamiento / Características de los sistemas vivos que son importantes en términos de cultura o herencia / Control de las tasas de erosión / Características de los sistemas vivos que permiten la investigación científica / Características de los sistemas vivos que permiten experiencias estéticas / Características o formas de los sistemas vivos que tienen valor de existencia / Características o formas de los sistemas vivos que tienen un valor de legado / Filtración, secuestro, almacenamiento y/o acumulación a través de microorganismos, algas, plantas y animales.
<i>Polylepis tarapacana</i>	Fibras y otros materiales de plantas silvestres para uso directo o procesamiento / Características de los sistemas vivos que son importantes en términos de cultura o herencia / Servicio ecosistémico de regulación sin especificar.
<i>Browningia candelaris</i>	Fibras y otros materiales de plantas silvestres para uso directo o procesamiento / Plantas silvestres utilizadas como fuente de energía / Características de los sistemas vivos que son importantes en términos de cultura o herencia / Características de los sistemas vivos que permiten experiencias estéticas.
<i>Prosopis tamarugo</i>	Fibras y otros materiales de plantas silvestres para uso directo o procesamiento / Características de los sistemas vivos que permiten experiencias estéticas / Características de los sistemas vivos que son importantes en términos de cultura o herencia / Servicio ecosistémico de regulación sin especificar.
<i>Lampaya medicinalis</i>	Plantas silvestres utilizadas para alimentación / Características de los sistemas vivos que son importantes en términos de cultura o herencia / Filtración, secuestro, almacenamiento y/o acumulación a través de microorganismos, algas, plantas y animales.

<i>Prosopis alba</i>	Fibras y otros materiales de plantas silvestres para uso directo o procesamiento / Plantas silvestres utilizadas para alimentación / Servicio ecosistémico cultural sin especificar / Servicio ecosistémico de regulación sin especificar.
<i>Eulychnia iquiquensis</i>	Fibras y otros materiales de plantas silvestres para uso directo o procesamiento / Control de las tasas de erosión / Otro (artesanía).
<i>Geoffroea decorticans</i>	Fibras y otros materiales de plantas silvestres para uso directo o procesamiento / Servicio ecosistémico de regulación sin especificar / Servicio ecosistémico cultural sin especificar.
<i>Polylepis rugulosa</i>	Servicio ecosistémico de provisión sin especificar / Servicio ecosistémico de regulación sin especificar / Servicio ecosistémico cultural sin especificar.

6.1.3.2 Principales amenazas para formaciones xerofíticas

Ante la pregunta ¿Cuáles son los principales factores de amenaza para las formaciones xerofíticas? Los entrevistados/as respondieron de manera general. De las respuestas se desprenden 7 factores de amenaza. Dentro de los más mencionados se tiene a: la minería (38%), la extracción inadecuada (14%) y el cambio climático (19%). Se mencionan también, con menor frecuencia, las obras viales, la falta de instrumentos para manejo sostenible, la falta de información sobre estas formaciones y el *jeepeo of-road* (Figura 2).

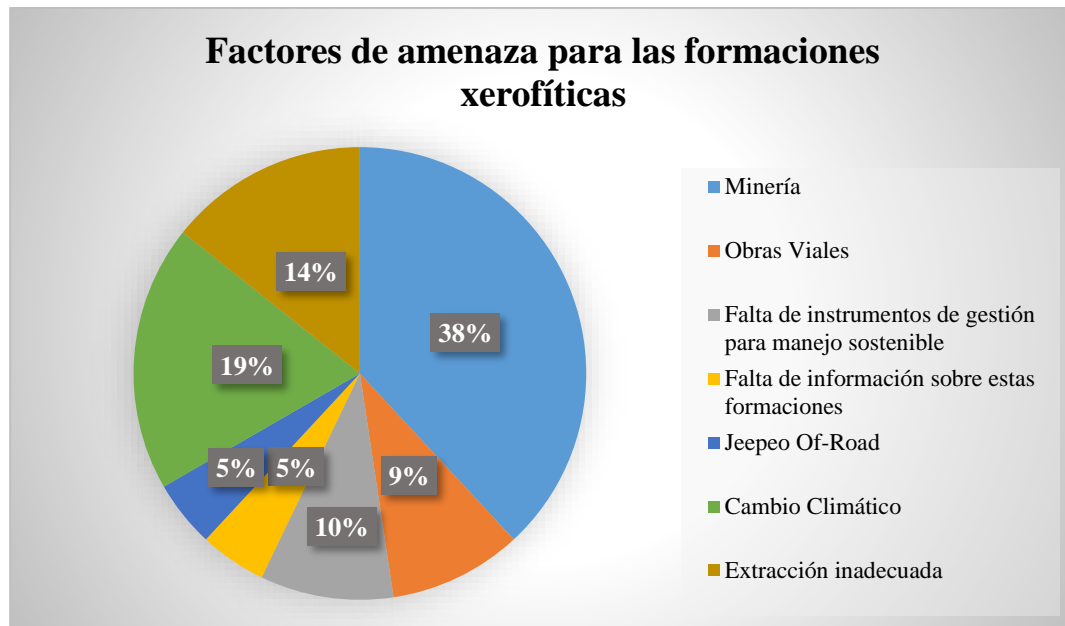


Figura 2. Principales factores de amenaza para las formaciones xerofíticas.

6.1.3.3 Usuarios detectados por expertos/as

Ante la pregunta ¿Cuáles son los usuarios de las formaciones xerofíticas? Los expertos reconocieron a 5 tipo de usuarios, los que fueron mencionados en distinta frecuencia. Destacan principalmente los pueblos indígenas y las comunidades locales, ambos con 6 menciones por parte de los entrevistados. Fueron mencionados también, las empresas de turismo, las mineras y los municipios (Figura 3). Cabe destacar que los entrevistados pudieron dar respuestas generales en este ámbito.

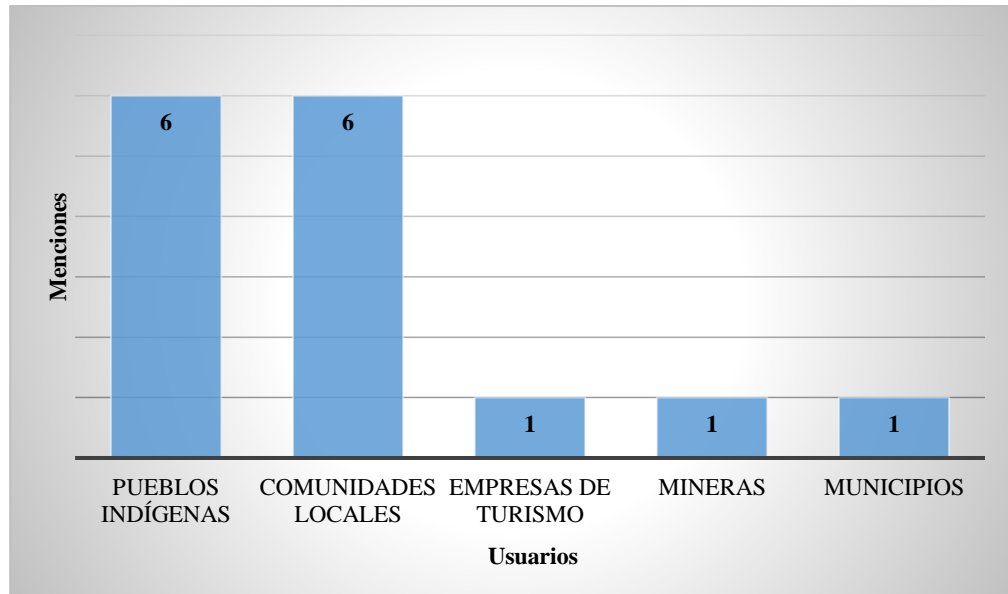


Figura 3. Número de menciones ante la interrogante ¿Cuáles son los usuarios de las formaciones xerofíticas?

6.1.4 Aspectos legales

Tal como fue indicado en la sección metodológica, el proyecto analizó la normativa que rige la extracción de bienes proporcionados por formaciones xerofíticas. Además, se analizaron los marcos políticos que se vinculan con el uso o conservación de tales formaciones.

Particularmente el proyecto identificó los cuerpos legales y los escenarios políticos asociados a la extracción y uso de bienes de las formaciones xerofíticas, analizó exhaustivamente los cuerpos legales y políticos, y evaluó las fortalezas y debilidades legales relacionadas a la extracción y uso de bienes derivados de formaciones xerofíticas. Para la identificación de los cuerpos legales y escenarios políticos y el análisis respectivo, se requirió apoyo de un experto en legislación de formaciones xerofíticas y servicios ecosistémicos para fortalecer la comprensión legal del tema desde el equipo de investigadores.

Para la evaluación de fortalezas y debilidades legales en el tema, se aplicó una encuesta (Anexo 1).

Detalles de este ámbito del proyecto pueden revisarse en:

Cousy, N., Esquerra, F., Cerda, C. 2022. Formaciones xerofíticas y servicios ecosistémicos: Marco Regulatorio. Documento de Trabajo generado en el marco del proyecto 005/2019.

Esquerra, F. 2022. Análisis del contexto legal de la extracción de uso de bienes proporcionados por formaciones xerofíticas en Chile. Memoria Ingeniera Forestal, Universidad de Chile. Memoria desarrollada en el marco de este proyecto.

Ambos documentos se presentan como documentos adicionales a este informe.

En la Tabla 23 se presentan las debilidades legales más relevantes detectadas.

Tabla 23. Descripción de las debilidades legales.

Tema	Aspectos
Ley 19.300	Contiene debilidades como la desactualización del D.S N.º 68, aprobación de planes de trabajo en el SEIA sin las consideraciones ambientales de la Ley de Bosque Nativo y escasa magnitud legal que representa.
Ley 20.283	Son consideradas como una debilidad legal la estrecha definición de las formaciones xerofíticas, su facilitación de corta a través del plan de trabajo, la bonificación de actividades silviculturales productivas por sobre las de conservación y la nula mención de los servicios ecosistémicos de la vegetación xerófita.
Fiscalización	Se refiere al insuficiente presupuesto que se otorga a CONAF para la fiscalización de la corta o descegado de formaciones xerofíticas de forma ilegal e informal y pastoreo del ganado, como promotor de la escasa fiscalización.
Modificación Reglamentos	Considera a las modificaciones realizadas al Reglamento General y Reglamento de Suelos, Aguas y Humedales originales mediante el D.S N.º 26 y ordinario N.º 94/2011 de CONAF respectivamente, como un retroceso en la protección de las formaciones xerofíticas, dado que cancelan la obligatoriedad de reforestar.
Ausencia de cuerpos legales y presupuestos	Se refiere a la falta de cuerpo legales que traten limitaciones de uso y extracción de flora nativa. Además de la ausencia y/o bajos presupuestos para la investigación de producción de semillas, y productos nativos con denominación de origen.
Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo	Alude al conflicto que produce la extracción de especies xerofíticas por parte de las comunidades indígenas en áreas protegidas y su escasa fiscalización.
Regulación recursos genéticos	Considera la escasa regulación sobre protección del uso de las semillas o germoplasma locales y el comercio de

	semillas nativas como conflicto para la conservación a través de bancos de semillas.
Otros	Cuestiona la institucionalidad en torno a la regulación de las formaciones xerófitas y como las actividades asociadas a la minería, agricultura y energías tienen mayor auge que la conservación de la vegetación de las zonas áridas.

6.2 Cuantificar y Evaluar el Impacto Económico, Social y Ambiental generado a partir de la utilización y extracción de PFNM y otros SE de formaciones xerofíticas.

6.2.1 Dimensión económica

6.2.1.1 Valoración Anual de los Impactos Económicos

Se obtuvo que, en un año, los servicios ecosistémicos provistos por las formaciones xerofíticas entre las regiones de Arica a Antofagasta alcanzan a lo menos un valor de MMUSD\$2.148 (MMCLP\$1.774.605), de los cuales los principales componentes del valor corresponden a la Captura de Carbono y el Control de la Erosión, con aportes de 801 y 703 millones de dólares, respectivamente.

Tabla 24. Valor anual total de los servicios ecosistémicos en formaciones xerofíticas para las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta.

SSEE	Valor Anual (M USD)	Valor Anual (M CLP)
Captura de Carbono	800.940	661.728.635
Control de la Erosión y Recuperación de Suelos	1.082.052	893.980.199
Regulación del Ciclo de Nutrientes	23.676	19.561.144
Abastecimiento de Agua	194.123	160.382.670
Refugio	46.510	38.426.150
Producción de Pellets de Brea	637	526.297
Producción de Productos Forestales No Madereros		
TOTAL	2.147.938	1.774.605.094

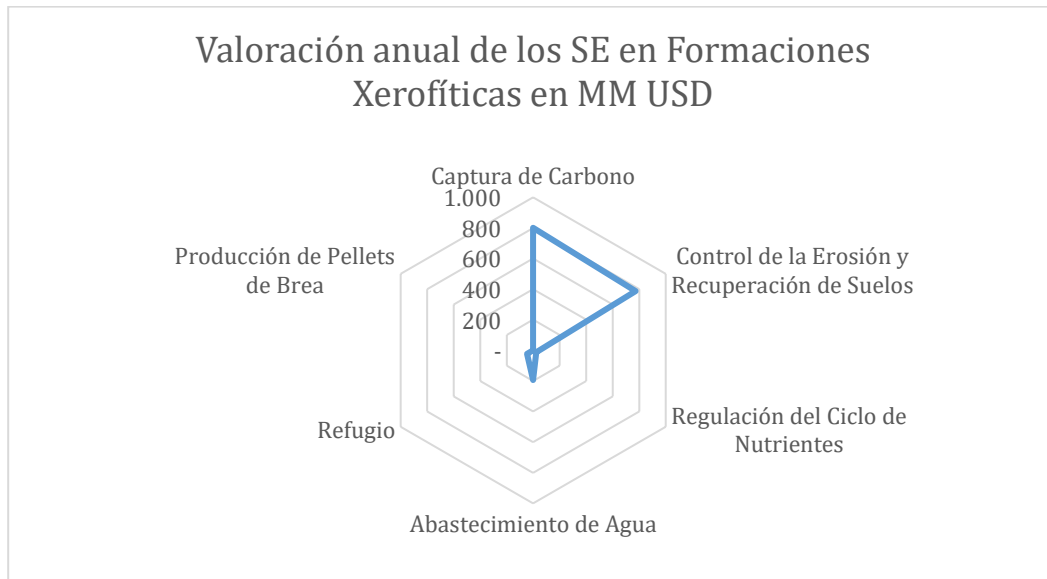


Figura 4. Valoración anual de los SE en Formaciones Xerofíticas en millones de dólares.

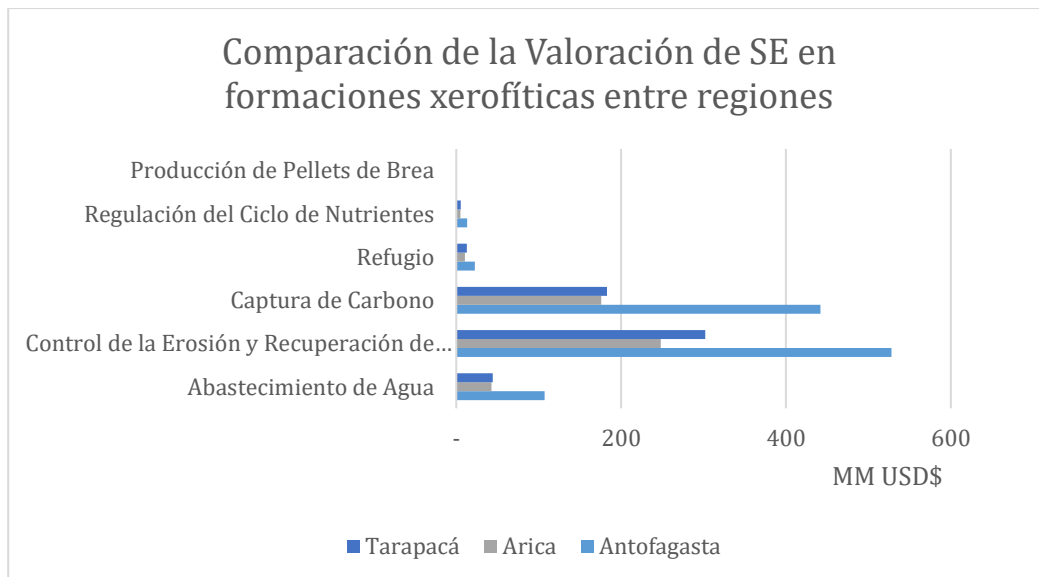


Figura 5. Comparación de la Valoración de SE en formaciones xerofíticas entre regiones.

6.2.1.2 Valoración económica proyectada a 20 años

Al proyectar los valores obtenidos anualmente a los próximos 20 años (periodo 2021 a 2041), se obtiene que los servicios ecosistémicos provistos por las formaciones xerofíticas entre las regiones de Arica a Antofagasta alcanzan a lo menos un valor de MMUSD\$41.932

Tabla 25. Valores proyectados a 20 años.

SSEE	Valor Proyectado (M USD)	Valor Proyectado (M CLP)
Captura de Carbono	16.018.800	16.018.800.389
Control de la Erosión y Recuperación de Suelos	27.018.991	27.018.991.127
Regulación del Ciclo de Nutrientes	591.201	591.201.423
Abastecimiento de Agua	4.847.286	4.847.286.257
Refugio	1.161.363	1.161.363.324
Producción de Pellets de Brea	15.906	15.906.415
Producción de Productos Forestales No Madereros	-	-
Total	49.653.549	49.653.548.935

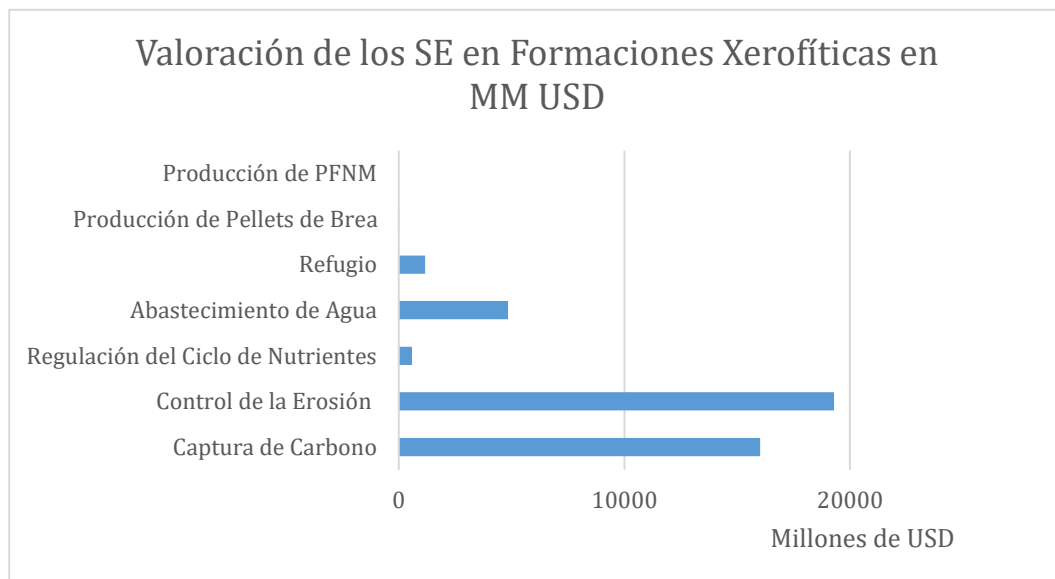


Figura 6. Valoración de los SE en Formaciones Xerofíticas en millones de dólares.

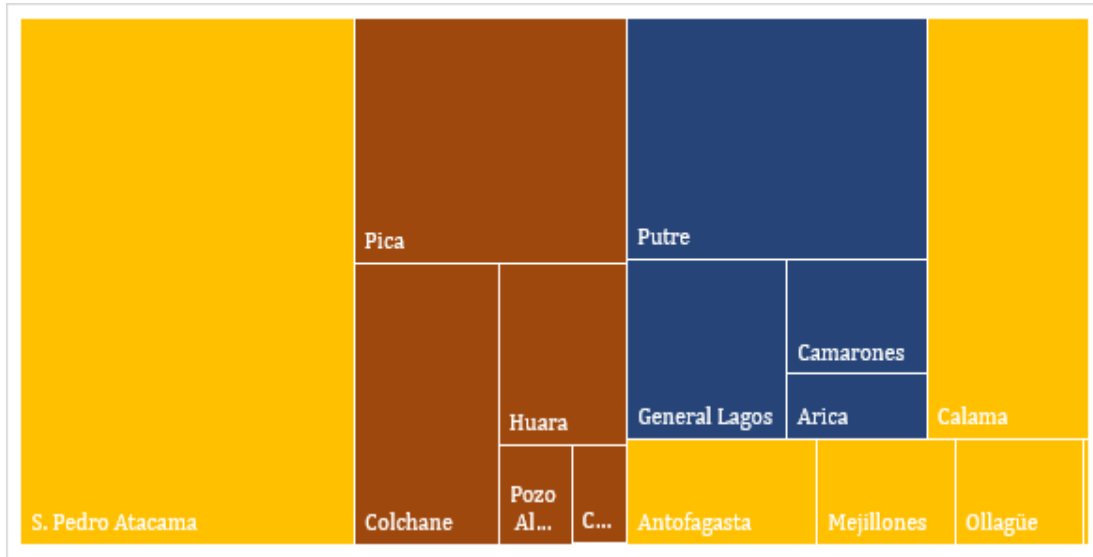


Figura 7. Proporción del Valor para las comunas por región. Azul: Arica y Parinacota; Marrón: Tarapacá; Amarillo: Antofagasta.

Tabla 26. Cálculos de Valor Anual de SE por región y tipo vegetacional.

Región	Formación Vegetal	Superficie (ha)	Superficie Brea (ha)	Control de Erosión	Captura de Carbono	Nutrientes	Provisión Agua	Refugio	Pellet Brea
Arica	Estepa Altiplánica	300.520	-	88.538.879	96.933.392	2.851.017	23.375.611	3.801.258	-
Arica	Matorral Abierto	15.069	-	4.439.610	3.381.242	100.675	825.440	190.607	-
Arica	Matorral Muy Abierto	348.481	-	102.669.088	39.096.803	1.164.091	9.544.437	4.407.913	-
Arica	Matorral Pradera Abierto	139.007	-	40.954.066	31.190.947	928.698	7.614.434	1.758.289	-
Arica	Matorral Semidenso	373	-	109.952	125.610	3.740	30.664	4.721	-
Arica	Matorral-Suculenta Muy Abierto	29.375	-	8.654.278	3.295.584	98.125	804.529	371.556	-
Arica	Matorral-Suculentas Abierto	9.017	-	2.656.430	2.023.158	60.239	493.900	114.049	-
Antofagasta	Estepa Altiplánica	1.053.884	-	310.494.047	339.932.483	9.998.136	81.975.151	13.330.505	-
Antofagasta	Matorral Pradera Abierto	75.545	-	22.256.987	16.951.101	504.712	4.138.157	955.564	-
Antofagasta	Matorral Abierto	108.653	-	32.011.171	24.379.966	725.904	5.951.715	1.374.342	-
Antofagasta	Matorral Muy Abierto	405.365	2.323	119.428.072	45.478.692	1.354.110	11.102.404	5.127.430	637.017
Antofagasta	Matorral-Suculentas Abierto	14.591	-	4.298.759	3.273.970	97.481	799.252	184.560	-
Antofagasta	Matorral-Suculentas Muy Abierto	106.275	-	31.310.484	11.923.159	355.007	2.910.720	1.344.259	-
Antofagasta	Suculentas	27.701	-	8.161.288	-	18.507	151.740	350.390	-
Tarapacá	Estepa Altiplánica	309.030	-	91.045.951	99.678.163	2.931.746	24.037.516	3.908.895	-
Tarapacá	Matorral Pradera Abierto	13.378	-	3.941.354	3.001.767	89.376	732.801	169.215	-
Tarapacá	Matorral Semidenso	31	-	9.221	10.534	314	2.572	396	-
Tarapacá	Matorral Abierto	20.075	-	5.914.378	4.504.438	134.118	1.099.638	253.923	-

Tarapacá	Matorral Muy Abierto	658.833	-	194.104.518	73.915.784	2.200.813	18.044.558	8.333.529	-
Tarapacá	Matorral-Suculentas Muy Abierto	16.429	-	4.840.359	1.843.228	54.881	449.975	207.812	-
Tarapacá	Suculentas	6.940	-	2.044.696	-	4.637	38.016	87.785	-

Tabla 27. Tabla de Cálculos de Valor Anual de SE por región, provincia y comuna.

Región	Provincia	Comuna	USD\$						
			Control de Erosión	Captura de Carbono	Nutrientes	Provisión Agua	Refugio	Pellet	TOTAL
Arica y Parinacota	Arica	Arica	22.751.224	8.809.507	262.299	2.150.605	976.783		34.950.418
Arica y Parinacota	Arica	Camarones	39.235.967	16.347.976	485.973	3.984.510	1.684.526		61.738.951
Arica y Parinacota	Parinacota	General Lagos	55.246.786	41.290.385	1.224.423	10.039.097	2.371.922		110.172.613
Arica y Parinacota	Parinacota	Putre	130.788.324	109.598.868	3.233.890	26.514.802	5.615.162		275.751.046
Tarapacá	Iquique	Camíña	12.638.006	5.718.917	171.387	1.405.207	542.590		20.476.107
Tarapacá	Iquique	Colchane	95.314.900	44.334.644	1.315.628	10.786.895	4.092.174		155.844.242
Tarapacá	Iquique	Huara	48.952.263	29.688.916	878.097	7.199.552	2.101.678		88.820.505
Tarapacá	Iquique	Iquique	376.585		854	7.002	16.168		400.608
Tarapacá	Iquique	Pica	126.232.438	96.411.630	2.845.785	23.332.717	5.419.563		254.242.134
Tarapacá	Iquique	Pozo Almonte	18.386.285	6.799.807	204.134	1.673.703	789.382		27.853.310
Antofagasta	Antofagasta	Antofagasta	43.274.339	24.368.573	722.780	5.926.107	1.857.906		76.149.705
Antofagasta	El Loa	Calama	120.620.434	104.313.807	3.075.128	25.213.109	5.178.622		258.401.100
Antofagasta	Antofagasta	Mejillones	37.905.808	12.237.983	378.835	3.106.085	1.627.418		55.256.128
Antofagasta	El Loa	Ollagüe	21.208.628	22.842.696	672.164	5.511.105	910.554		51.145.148
Antofagasta	El Loa	S. Pedro Atacama	303.083.022	277.846.983	8.192.857	67.173.591	13.012.326	637.017	669.308.778
Antofagasta	Tocopilla	Tocopilla	1.868.578	329.327	12.092	99.143	80.224		2.389.364

Tabla 28. Tabla de cálculos de valor proyectado a 20 años para cada SE.

Año	Control de Erosión USD\$	Captura de Carbono USD\$	Nutrientes USD\$	Provisión Agua USD\$	Refugio USD\$	Pellet USD\$	TOTAL USD\$
1	1.077.883.586	800.940.019	23.676.326	194.123.228	46.276.998	637.017	2.143.537.176
2	1.110.093.235	800.940.019	24.383.829	199.924.078	47.659.862	656.053	2.183.657.079
3	1.137.843.297	800.940.019	24.993.375	204.921.771	48.851.261	672.453	2.218.222.179
4	1.165.593.358	800.940.019	25.602.921	209.919.465	50.042.660	688.853	2.252.787.280
5	1.193.343.420	800.940.019	26.212.467	214.917.158	51.234.059	705.253	2.287.352.381
6	1.221.093.481	800.940.019	26.822.013	219.914.851	52.425.458	721.653	2.321.917.481
7	1.248.843.543	800.940.019	27.431.558	224.912.544	53.616.857	738.053	2.356.482.582
8	1.276.593.604	800.940.019	28.041.104	229.910.238	54.808.256	754.453	2.391.047.683
9	1.304.343.666	800.940.019	28.650.650	234.907.931	55.999.655	770.853	2.425.612.783
10	1.332.093.727	800.940.019	29.260.196	239.905.624	57.191.055	787.253	2.460.177.884
11	1.359.843.789	800.940.019	29.869.742	244.903.317	58.382.454	803.653	2.494.742.984
12	1.387.593.850	800.940.019	30.479.288	249.901.011	59.573.853	820.053	2.529.308.085
13	1.415.343.911	800.940.019	31.088.834	254.898.704	60.765.252	836.452	2.563.873.186
14	1.443.093.973	800.940.019	31.698.380	259.896.397	61.956.651	852.852	2.598.438.286
15	1.470.844.034	800.940.019	32.307.925	264.894.090	63.148.050	869.252	2.633.003.387
16	1.498.594.096	800.940.019	32.917.471	269.891.784	64.339.449	885.652	2.667.568.488
17	1.526.344.157	800.940.019	33.527.017	274.889.477	65.530.848	902.052	2.702.133.588
18	1.554.094.219	800.940.019	34.136.563	279.887.170	66.722.247	918.452	2.736.698.689
19	1.581.844.280	800.940.019	34.746.109	284.884.863	67.913.647	934.852	2.771.263.790
20	1.609.594.342	800.940.019	35.355.655	289.882.556	69.105.046	951.252	2.805.828.890
TOTAL USD \$	26.914.915.567	16.018.800.389	591.201.423	4.847.286.257	1.155.543.619	15.906.415	49.543.653.671

6.2.1.3 Indicador de Valor Económico Total por hectárea (IND_VET)

Los resultados del Indicador de Valor Económico Total indican que la Región de Antofagasta es la que presenta la mayor superficie con alta valoración económica por hectárea en función de los SE posibles de valorar, representando un 57% de la superficie regional evaluada y un 63% de todas las áreas calificadas con el máximo indicador respecto de su VET.

En este indicador no se encontraron superficies en las que el valor de sus SE por hectárea sea nulo. No obstante, a su vez, sólo el 4% de la superficie total evaluada se categorizó como de bajo valor de provisión.

Tabla 29. Superficie para el Indicador de VET por hectárea por valor y región.

Región	IND = 0		IND = 1		IND = 2	
ARICA Y PARINACOTA	-	0%	10.159	1%	374.701	44%
TARAPACA	-	0%	59.383	6%	675.262	63%
ANTOFAGASTA	-	0%	79.950	4%	509.316	28%
	IND = 3		IND = 4		Total	
ARICA Y PARINACOTA	161.766	19%	298.212	35%	844.838	
TARAPACA	33.452	3%	309.061	29%	1.077.159	
ANTOFAGASTA	198.789	11%	1.056.207	57%	1.844.263	

Por su parte, la disposición cartográfica de los quiebres naturales del indicador muestra una visualización de superficies de alto VET en zonas cordilleranas y altoandinas, con gran presencia en la región de Antofagasta y su límite hacia la República de Argentina (Ver Figura 8).

A diferencia de los mapas de Indicadores vinculados a los SSEE, se encuentran discrepancias entre zonas de alto valor de provisión de SSEE culturales y no culturales y zonas de valoración económica.

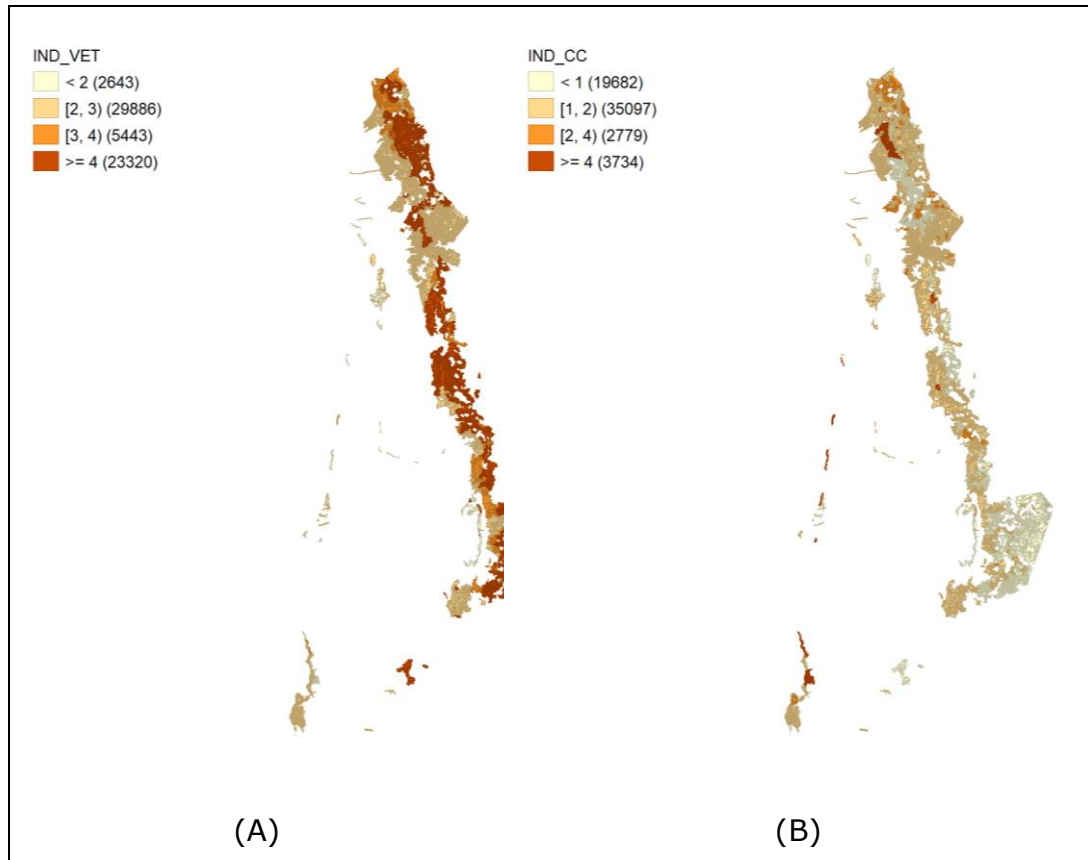


Figura 8. Distribución cartográfica de los quiebres naturales para Indicadores VET y Amenaza a la Conservación. (A) Indicador para Valor Económico Total por hectárea; (B) Indicador para el Nivel de Amenaza para la Conservación de las Especies.

6.2.2 Dimensión social

6.2.2.1 Indicador para SE Culturales (IND_C)

La aplicación del Indicador para Servicios Ecosistémicos Culturales arroja que la Región de Tarapacá es la que presenta la mayor superficie, absoluta y relativa, de rodales que otorgan servicios culturales reconocidos por las personas en acuerdo a las especies allí presentes. A su vez, la región de Antofagasta es aquella con la mayor superficie de rodales en los que no se reconoce provisión de SEE Culturales.

Tabla 30. Superficie para el Indicador de SE Culturales por valor y región.

Región	IND = 0		IND = 2		IND = 4		Total
ARICA Y PARINACOTA	366.389	43%	246.527	29%	231.922	27%	844.838
TARAPACÁ	453.422	42%	151.531	14%	472.205	44%	1.077.159
ANTOFAGASTA	1.485.646	81%	84.662	5%	273.955	15%	1.844.263

Por su parte, la disposición cartográfica de los quiebres naturales del indicador muestra una tendencia al alza en el reconocimiento de la provisión de SE Culturales conforme se avanza hacia el norte desde la región de Antofagasta hacia la región de Arica y Parinacota, con énfasis en los sectores cordilleranos y limítrofes con otros países (Ver Figura 9).

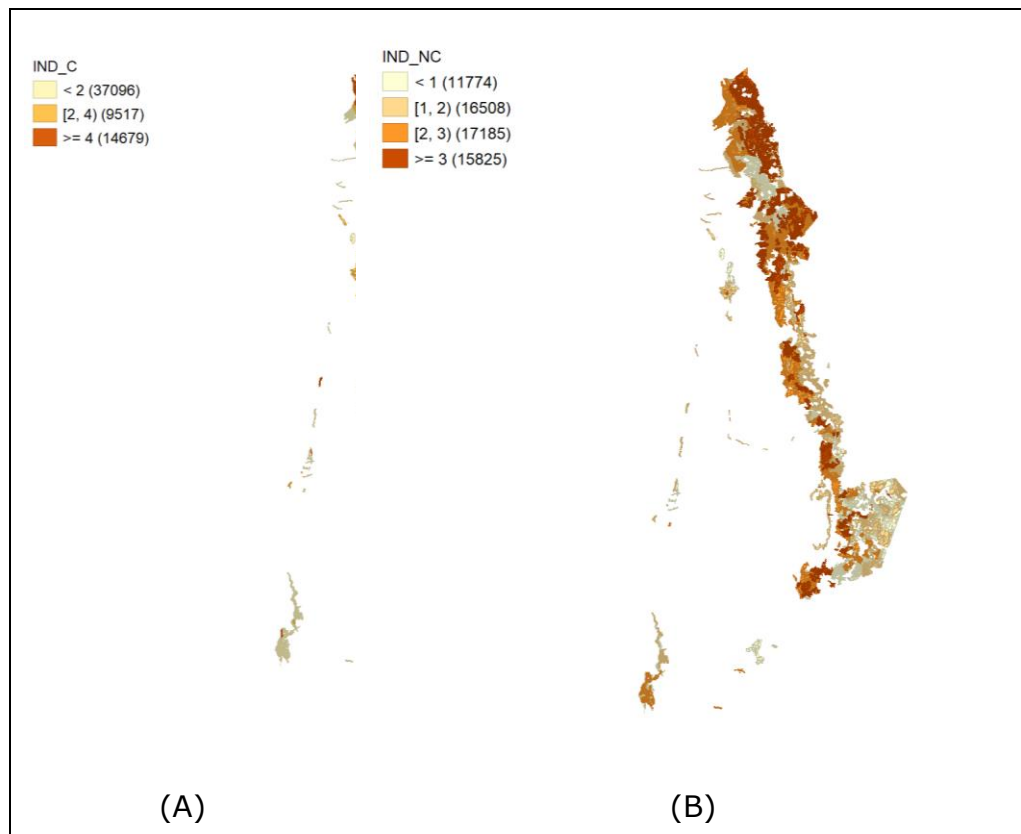


Figura 9. Distribución cartográfica de los quiebres naturales para Indicadores vinculados a SE. (A) Indicador para SE Culturales; (B) Indicador para SE de Provisión y Regulación.

6.2.2.2 Indicador para SE de Provisión y Regulación (IND_NC)

La aplicación del Indicador para Servicios Ecosistémicos de Provisión y Regulación muestra que hay la mayor superficie de áreas que proveen un alto número de SE corresponde a la región de Arica y Parinacota, alcanzando el 24% del total regional evaluado, y el 40% del total de superficies de alta provisión de estos SSEE. Por su parte, la región de Antofagasta es la que presenta la mayor superficie de rodales en los que no se reconoce provisión de SE no culturales, con un 29% de la superficie evaluada de la región, y un 69% de las superficies sin registro de provisión de estos SSEE.

Tabla 31. Superficie para el Indicador de SE de Provisión y Regulación por valor y región

Región	IND = 0		IND = 1		IND = 2	
ARICA Y PARINACOTA	113.506	13%	177.749	21%	227.311	27%
TARAPACA	127.489	12%	207.622	19%	368.797	34%
ANTOFAGASTA	528.895	29%	650.586	35%	440.712	24%
	IND = 3		IND = 4		Total	
ARICA Y PARINACOTA	126.000	15%	200.273	24%	844.838	
TARAPACA	222.490	21%	150.761	14%	1.077.159	
ANTOFAGASTA	78.963	4%	145.107	8%	1.844.263	

Respecto de la disposición cartográfica de los quiebres naturales, se visualiza una tendencia al alza en el reconocimiento de la entrega de SE de Provisión y Regulación conforme se avanza hacia el norte desde la región de Antofagasta hacia la región de Arica y Parinacota, con énfasis en los sectores cordilleranos y limítrofes con otros países. Esta distribución es similar a la encontrada para los Servicios Ecosistémicos Culturales (Ver Figura 8b).

6.2.2.3 Resultados entrevista cualitativa a comunidades

En esta sección se reportan los resultados de las entrevistas cualitativas a comunidades locales. En este sentido se identificaron diversos servicios ecosistémicos que provee la vegetación nativa de cada región. Los resultados obtenidos se muestran en cuadros por cada región en que se menciona el nombre común y nombre científico de las especies más mencionadas y los servicios ecosistémicos asociados a estos según los resultados obtenidos de la aplicación de la entrevista.

Tabla 32. Servicios ecosistémicos Región de Arica y Parinacota.

Nombre común	Nombre científico	Servicios Ecosistémicos
Berro	<i>Cardemine sp</i>	Alimentación (ensalada), medicinal, forraje
Chachacoma	<i>Senecio nutans</i>	Medicinal (resfrío, regular la presión, puna "mal de altura"), Infusión (mate)
Chilca	<i>Baccharis alnifolia/ B. scandens/ Pluchea chingoyo</i>	Medicinal (tratar dolores de caídas, golpes, contusiones, torceduras), leña
Coya/Koa	<i>Diplostephium cinereum</i>	Ceremonial (sahumerio, agradecer y pedir a la madre tierra, ceremonias rogativas,
Llaretta	<i>Azorella compacta</i>	Combustión, Medicinal (tratar la diabetes)
Queñoa	<i>Polylepsis tarapacana</i>	Combustión (leña), Infusión (té), Medicinal (antibiótico, problemas en pulmones, cicatrización, antiséptico, antibacterial, tratar resfrío, dolor de estómago, calman úlceras, tratar dolores menstruales)
Tola	<i>Parastrephia lepidophylla</i>	Combustión, leña, medicinal (tratar problemas de digestión)

El uso de la vegetación de la región de Arica y Parinacota se realiza de forma individual y personal principalmente, sin embargo, existe una organización dentro de la comunidad para llevar a cabo proyectos relacionados a la captación de agua, por ejemplo.

Los principales cambios que perciben las personas tienen que ver con, en primer lugar, con la construcción de carreteras y pavimentación de caminos que ha llevado a una mayor conectividad, al mismo tiempo han podido acceder a servicios básicos, como luz y agua potable. También mencionan un cambio a nivel social, donde ha existido una migración de las personas a la ciudad, además de que antiguamente era mucho más comunitario y existía unión y convivencia para el desarrollo de distintas actividades. Por otro lado, la disminución del recurso hídrico ha provocado cambios en la vegetación, donde hay un menor crecimiento y requiere de mucho más tiempo, incluso existen zonas donde ya se han secado las plantas.

La responsabilidad de estos cambios se la atribuyen principalmente al cambio climático y a la falta de interés de las autoridades para mantener las comunidades indígenas, asimismo, mencionan las malas políticas del estado y el desconocimiento y desconexión que se tiene por parte de las

personas que ocupan cargos, para abordar las problemáticas de los territorios y la poca inclusión de las comunidades locales en los procesos de toma de decisión de proyectos.

La Tabla 33 muestra los servicios ecosistémicos identificados durante la entrevista en la región de Tarapacá, en donde se mencionan 73 especies nativas, dentro de las cuales se reconocen distintos usos, alimenticio, ceremonial, combustible, forrajera, medicinal.

Tabla 33. Servicios ecosistémicos Región de Tarapacá.

Nombre común	Nombre científico	Servicios Ecosistémicos
Lampaya	<i>Lampaya medicinalis</i>	Infusiones (mate, té), medicinal ("mal de orine", tratar la fiebre, tratar la tos, próstata), forraje, tinción,
Siputola	<i>Parastrephia quadrangularis</i>	Forraje, infusión, medicinal (bajar el colesterol, control de peso, dolor de estómago), tinción,
Rica rica	<i>Acantholippia desertícola</i>	Medicinal (sinusitis, tratar la fiebre, dolor de estómago), alimenticio (aliño, ensalada), tinción, infusión, forraje,
Queñoa	<i>Polylepsis tarapacana</i>	Tinción, ceremonial, infusión, medicinal (tratar problemas bronquiales)
Llaretá	<i>Azorella compacta</i>	Medicinal (tratar la obstrucción)
Añawayá	<i>Adesmia spinosissima</i>	Forraje
Chachacoma	<i>Senecio nutans</i>	Medicinal, infusión (té)
Koya/koa	<i>Diplostephium cinereum</i>	Ceremonial ("pedir a la madre tierra", ceremonias de agradecimiento a la Pachamama, ceremonia pawa, sahumerios y rituales del mundo aymara)
Ñaka/ñakatula	<i>Baccharis tola</i>	Infusión (té, mate), medicinal (dolor de estómago, colesterol)

En el caso de la Región de Tarapacá se señala que el uso de las plantas es principalmente individual, en donde se ha ido perdiendo el trabajo en comunidad, sin embargo, de igual manera hay organización dentro de la comunidad para llevar a cabo diferentes proyectos que aporten en el bienestar.

Los cambios en el territorio mencionados corresponden a la pavimentación y construcción de carreteras y el acceso a servicios básicos como la luz. Por otro lado, también se ha percibido la disminución de las precipitaciones, lo que ha generado cambios en la vegetación, como la reducción de especies y su abundancia. Aunque también hay personas que señalan no ver cambios evidentes en la vegetación.

Estos cambios se atribuyen principalmente al cambio climático y a la actividad minera, no obstante, se revela una responsabilidad compartida en temas de cuidado, conservación y mantención de la vegetación y de las tradiciones y costumbres.

Se identificaron en la región de Antofagasta un total de 68 especies de las cuales se reconocen diferentes usos, entre los que se encuentra ceremonial, forrajera, alimenticio, combustible, medicinal (Tabla 34).

Tabla 34. Servicios ecosistémicos de la Región de Antofagasta

Nombre común	Nombre científico	Servicios Ecosistémicos
Rica rica	<i>Acantholippia deserticola</i>	Medicinal (dolor de estómago), forraje, alimenticio.
Cachiyuyo	<i>Atriplex atacamensis</i>	Alimenticio (aliño, ensaladas, fideos), medicinal.
Chañar	<i>Geoffroea decorticans</i>	Medicinal, tinte, leña, alimenticio (arroke, jarabe), forraje, infusión.
Algarrobo	<i>Prosopis chilensis</i>	Medicinal, tinte, leña, construcción, alimenticio (harina, kilapana, aloja), ceremonial, naturaleza (oxigenación).
Pimiento	<i>Shinus molle</i>	Medicinal, tinte, leña, construcción.
Pingo pingo	<i>Ephedra chilensis</i>	Medicinal (dolor de estómago), infusiones (mate)
Pupusa	<i>Xenophyllum poposum</i>	Medicinal.

Respecto al uso de las especies vegetales en Antofagasta se menciona que es generalmente de uso colectivo familiar o individual, y se accede a ellas sólo cuando es necesario, a excepción de las personas que se dedican al trabajo con plantas medicinales, como yerbateros.

Por otro lado, en cuanto a los cambios percibidos por las comunidades se señala principalmente la disminución del agua, donde las lluvias son cada vez más escasas y esporádicas, y no se logra sustentar los cultivos. Asimismo, también hay cambios en la vegetación, donde se menciona una degradación del territorio y una reducción de las plantas. Además, respecto a las actividades que se desarrollan en los territorios hay un cambio en el uso y ocupación de tierras, en donde se reemplazan

actividades como la agricultura y la ganadería, por la minería y turismo. Esto también ha llevado a un emplazamiento de las costumbres.

Respecto a los responsables en los cambios las personas mencionan que, si bien es una responsabilidad compartida, atribuyen estas transformaciones principalmente al cambio climático y la instalación de mineras y el turismo, donde si bien reconocen su aporte en la economía local no desconocen las repercusiones que estas han tenido en el territorio.

6.2.3 Dimensión ambiental

6.2.3.1 Indicador para el Nivel de Amenaza para la Conservación de las Especies (IND_C)

Los resultados de este indicador, en acuerdo a la categorización generada, indican que entre el 84 y el 97% de las superficies regionales evaluadas se encuentran con un nivel de amenaza bajo a no asignado. No obstante, e indistinto de la magnitud, se reconoce que, para la región de Arica y Parinacota y la región de Tarapacá, el 80% de la superficie evaluada presentó algún nivel de amenaza a la conservación de sus especies. Este mismo análisis muestra un 64% de superficie con algún nivel de amenaza para toda el área analizada.

En otra arista, la mayor superficie de especies amenazadas se encuentra en la región de Arica y Parinacota, alcanzando el 6% de la superficie regional evaluada, y el 52% de las superficies con amenazas más críticas.

Tabla 35. Superficie para el Indicador de Amenaza a la Conservación de las Especies por valor y región.

Región	IND = 0		IND = 1		IND = 2	
ARICA Y PARINACOTA	167.410	20%	545.564	65%	69.018	8%
TARAPACA	215.731	20%	807.728	75%	37.726	4%
ANTOFAGASTA	968.919	53%	811.260	44%	23.184	1%
	IND = 3		IND = 4		Total	
ARICA Y PARINACOTA	9.480	1%	53.366	6%	844.838	
TARAPACA	7.797	1%	8.177	1%	1.077.159	
ANTOFAGASTA	118	0%	40.782	2%	1.844.263	

Finalmente, la disposición cartográfica de los quiebres naturales del indicador muestra que la mayor parte del territorio analizado presenta baja amenaza, en tanto los sectores más amenazados tienden a concentrarse en la costa y en el extremo norte del país.

Respecto de los mapas de otros indicadores, parece presentar gran parte de las zonas de baja amenaza en zonas con alto VET (Sectores en torno a Socaire, Toconao y RN Los Flamencos). Con relación a las zonas de alta amenaza, coinciden con zonas de alta provisión de SSEE y altos valores en indicador VET (Ver **iError! No se encuentra el origen de la referencia.** B).

6.3 Generar una priorización en virtud de la evaluación del impacto Económico, Social y Ambiental del uso y extracción de SE y PFM de formaciones xerofíticas.

6.3.1 Indicador Conglomerado

El Indicador Conglomerado reportó valores finales en el rango [0.2, 3.6], no existiendo rodales que demuestren tener todos los valores extremos de los indicadores en forma conjunta. Es decir, no existen rodales que tenga Alta provisión de SE³, Alto VET y Alta Amenaza al mismo tiempo, o rodales Sin provisión de SE, nulo VET y Sin Amenaza.

Sin desmedro de ello, sí existen rodales cuyo indicador se aproxima a los máximos y mínimos posibles: Entre las comunas de Putre y Colchane se encontraron 970 ha de superficie de alta prioridad (IND_CO= 3,6) dadas sus elevados indicadores en todas las categorías evaluadas, seguido en prioridad por la comuna de Calama (IND_CO= 3,4) con 3.430 ha de alta prioridad.

Tabla 36. Máximos valores de Indicador Conglomerado por Región, Provincia y Comuna.

Región	Provincia	Comuna	IND_CO	Superficie (ha)
ARICA Y PARINACOTA	Parinacota	Putre	3,6	830,2
TARAPACA	Iquique	Colchane	3,6	139,5
ANTOFAGASTA	El Loa	Calama	3,4	3.430,0

En el contrario, los valores mínimos para el Indicador Conglomerado fueron 0,2, y se encontraron en las comunas de Putre, Huara, Iquique, Mejillones, Calama y San Pedro de Atacama, sumando 5.981 ha de superficie con bajo indicador.

³ Se refiere al total de SE, conteniendo Culturales, de Provisión y de Regulación.

Tabla 37. Mínimos valores de Indicador Conglomerado por Región, Provincia y Comuna.

Región	Provincia	Comuna	IND_CO	Superficie (ha)
ARICA Y PARINACOTA	Parinacota	Putre	0,2	757,79
TARAPACA	Iquique	Huara	0,2	143,0
		Iquique	0,2	356,0
ANTOFAGASTA	Antofagasta	Mejillones	0,2	2.473,9
	El Loa	Calama	0,2	1.965,51
		San Pedro Atacama	0,2	284,9

La distribución espacial del Indicador Conglomerado presente en la Figura 10 permite visualizar la forma en que este indicador cambia en el territorio. Las zonas tendientes a tonos rojos muestran los valores máximos, y se aprecian principalmente en la región de Arica y Parinacota y la región de Tarapacá. Estas zonas implican un alto valor general evaluando reconocimiento y entrega de SE Culturales, de Provisión y Regulación, Valor Económico Total y Nivel de Amenaza a las especies presentes. Es decir, son elementos geográficos con característica de alta vinculación al bienestar humano con alto riesgo de desaparecer en el tiempo.

Contrario a ello, los tonos tendientes a azules explican los lugares con menor valor para el indicador, los que se ubican principalmente en la zona central de la región de Tarapacá y la zona Cordillerana a Altoandina de la región de Antofagasta.

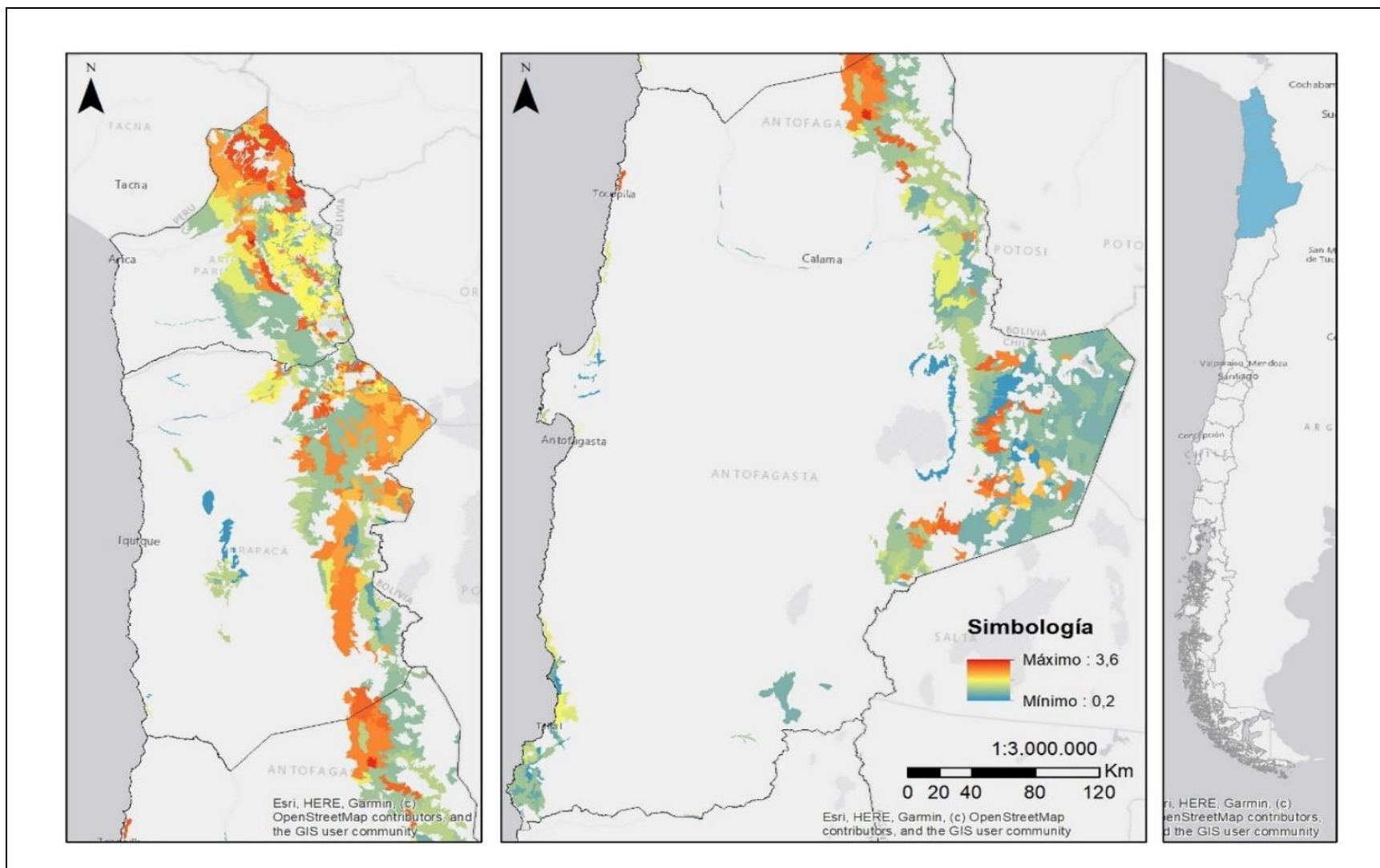


Figura 10. Cartografía de la distribución del Indicador Conglomerado para las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta.

Finalmente, al agrupar los resultados del indicador en función de su formación vegetacional, se obtiene que el 3% se encuentra en una categoría de alta prioridad (IND_CO entre 3 y 4), en tanto un 38% de las superficies se encuentra en una categoría baja (IND_CO entre 0 y 1).

La Estepa Altiplánica destaca con las máximas en lo absoluto tanto en las categorías de mayor valor (54% de superficies]3, 4]), como en las de menor valor del indicador (64% de superficies [0, 1]).

Los resultados obtenidos dan luces de que no existe una categoría específica cuyos indicadores tiendan a ser más altos o bajos, por lo que se visibiliza la necesidad de evaluar en específico las características particulares sin guiarse por definiciones político-territoriales o vegetacional-legal.

Tabla 38. Valor del Indicador Conglomerado por valor y formación vegetacional.

Formación Vegetacional	Valor IND_CO								TOTAL
	[0, 1]		]1, 2]		]2, 3]		]3, 4]		
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	
Estepa Altiplánica	917.670	55	364.199	22	325.136	20	53.751	3	1.660.756
Matorral Pradera	1.329	1	104.113	46	99.989	44	21.370	9	226.800
Matorral	379.138	24	630.322	41	519.328	33	25.047	2	1.553.835
Matorral-Suculentas	58.875	35	101.995	61	5.564	3	-	0	166.435
Suculentas	4.496	13	28.255	82	1.890	5	-	0	34.641
Otras Formaciones	74.283	60	40.004	32	9.505	8	-	0	123.792
Total	1.435.792	38	1.268.889	34	961.411	26	100.168	3	3.766.260

Finalmente, el análisis de conglomerados verificó la existencia de macrozonas que agrupen zonas donde el valor de rodales contiguos tienda a ser alto o bajo. Los resultados indican que estas zonas existen ($p < 0,01$), mostrando agrupaciones de alto valor principalmente en torno a las Provincias de General Lagos (Región de Arica y Parinacota) y Colchane (Región de Tarapacá). Se considera que la agrupación significativa de áreas de alto valor puede dar luces respecto de las macrozonas de interés para la preservación de los vínculos de bienestar humano y conservación ambiental.

IND_FINAL

Not Significant (41160)
High-High (10734)
Low-Low (9205)
Low-High (130)
High-Low (16)

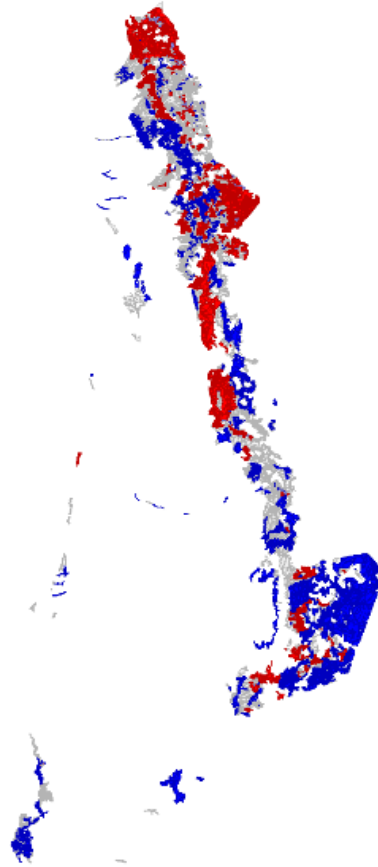


Figura 11. Distribución Cartográfica de los Conglomerados por Análisis Univariado local de Moran ($p < 0,01$).

7. Discusión de resultados

7.1 Identificación de SE proporcionados por formaciones vegetales xerofíticas

En este proyecto identificamos SE proporcionados por la vegetación xerofítica en Chile. Los SE proporcionados por este tipo de vegetación han sido mal evaluados en la literatura de SE, aunque se reconocen como esenciales para la sostenibilidad de los ecosistemas frágiles en los desiertos y para las comunidades humanas (Estevez et al., 2010; Ocampo-Melgar et al., 2022). Encontramos que en la macrozona evaluada se proporcionan o podrían proporcionarse SE sustanciales. La identificación de los SE proporcionados por la vegetación puede contribuir a visualizar la relevancia social de las plantas, abrir posibilidades de investigación que exploren los contextos formales e informales en los que ocurre el uso de la vegetación, y priorizar especies que se encuentran amenazadas y al mismo tiempo son relevantes para el bienestar de las comunidades locales.

La mayor parte de la literatura consultada aborda las formaciones xerofíticas desde un enfoque biológico, donde el principal interés de los autores radica en dar indicios del estado de conservación de determinadas especies presentes en las regiones de estudio, junto con una descripción morfológica de las mismas. Si bien a partir de estos artículos con enfoque biológico es posible identificar usos y beneficios que brindan las especies xerofíticas presentes en la macrozona, la mayoría de los artículos tienen una descripción limitada, y no profundizan en las relaciones que los actores locales tienen con las especies que son relevantes como proveedoras de SE (Bidegain et al., 2019). La mayoría de los artículos encontrados no brindan información sobre especies xerofíticas utilizando el lenguaje de ES. Por lo tanto, fue necesario traducir toda la información recolectada a un lenguaje sistematizado, de modo que fuera posible realizar el análisis de la información documentada. Siguiendo esta línea, no fue posible encontrar un solo título que hiciera referencia a los beneficios que brindan las formaciones xerofíticas desde una perspectiva económica, detectándose un importante vacío en la literatura en este tema. De esto se puede inferir que no existen estudios a la fecha enfocados a la valoración económica de los SE que brindan estas formaciones en el área de estudio. Sin embargo, varios autores señalan la valoración económica como una forma de motivar múltiples estrategias para asegurar la provisión de servicios ecosistémicos en el tiempo (Taylor et al., 2017; Lomas et al., 2005; Oyarzún et al., 2005; Meynard et al., 2007; Wunder et al., 2007), y así conservar la biodiversidad de los ecosistemas (Camacho-Valdez y Luna, 2012). El hecho de no encontrar artículos con un enfoque económico podría explicarse porque las

relaciones entre las plantas xerófitas y los actores locales no necesariamente se asocian a través de mercados formales, lo que dificulta la realización de estudios sobre el impacto de estas especies en la economía local de la macrozona estudiada. Se recomienda que estudios futuros investiguen la relevancia económica de estas plantas para las comunidades locales, y los contextos institucionales a través de los cuales se realizan las relaciones económicas entre las personas y las plantas. Aunque los valores económicos pueden ser bajos, a nivel local y en economías de subsistencia los beneficios económicos pueden ser relevantes (Barkmann et al. 2008).

A través de la revisión de publicaciones encontramos que los usos de estas especies están asociados principalmente a SE de provisión. Las especies también son muy relevantes para proporcionar SE culturales. SE de provisión y culturales también destacan en otras experiencias previas en los desiertos (por ejemplo, Taylor et al. 2017). La literatura existente no permite apropiadamente identificar los servicios de regulación siendo prácticamente invisibles en los documentos analizados.

En cuanto a la los SE de provisión, se observa que para las 3 regiones de estudio, el beneficio más documentado de las especies xerófitas es el uso medicinal. Esto da cuenta de la relevancia de las especies xerófitas de la zona para el bienestar humano, ya que la medicina tradicional persiste en los grupos humanos del norte del país y juega un papel preponderante en el conocimiento del medio ambiente y sus recursos asociados (Ayala et al., 2003). Por otro lado, si bien el uso medicinal de una especie xerófitas puede entenderse como un SE de provisión, también puede estar vinculado a prácticas culturales, ya que, según confirmaron los expertos consultados, la mayoría de las comunidades locales y pueblos indígenas son los principales usuarios de formaciones xerófitas. Sin embargo, no solo son usuarios, sino que tienen una relación cultural con dichas plantas. Por lo tanto, existe la necesidad de estudios sobre SE para explorar más profundamente tales relaciones para evaluar completamente el impacto que tienen en el bienestar humano y el estado ecológico de la vegetación xerófitas. Es relevante reconocer que la regulación legal del uso de plantas xerófitas puede no ser suficiente para la sustentabilidad de tales formaciones vegetales. Las políticas y regulaciones de protección de tales formaciones tienen que razonar con la complejidad de las relaciones que existen entre las especies y los actores locales que las utilizan y valoran.

En la macrozona analizada se observa que los SE menos documentados que brindan las especies xerófitas son los servicios de regulación aunque se ha reconocido la relevancia que estas especies tienen en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas áridos y semiáridos (Gutiérrez y Squeo, 2004; Barros, 2010; Osses et al., 2010; Peña, 2018). Esta

relevancia es consistente con lo informado por los expertos participantes, quienes identificaron una mayor proporción de SE de regulación para la macrozona en comparación con lo que fue posible encontrar en la literatura.

La mayor parte de los SE identificados provienen de la formación xerófitica denominada "Estepa Altoandina Altiplánica" de la Región de Arica y Parinacota, lo que revela la atención existente hacia dicha formación. Presenta una gran diversidad florística debido a sus condiciones climáticas, relieve y cursos de agua (Flores, 2016). Además, la distribución de esta formación coincide con comunas donde existen localidades rurales que están pobladas casi exclusivamente por aymaras y descendientes de aymaras (Espinosa, 2003).

Para las 3 regiones de estudio fue posible identificar a partir de la literatura factores amenazantes para las especies xerófitas de la macrozona, siendo la "extracción insostenible" el factor más mencionado. Varias especies con amenazas documentadas tienen usos asociados con el suministro de SE. Por lo tanto, se recomienda prestar especial atención a los servicios ecosistémicos que brindan estas especies y si sus usos se realizan de manera sustentable. La vegetación xerófitas sería relevante para el bienestar de la sociedad, sin embargo, esto podría significar una fuerte presión sobre el estado y sobre la supervivencia de dichas formaciones en el tiempo. Existen varios factores de amenaza documentados para las especies objeto de este estudio, donde se reportan con mayor frecuencia extracción insostenible o inadecuada y también pastoreo/rameo (Vita et al., 2006; Peña, 2018). Por otro lado, la mayoría de los expertos consultados identifican a las actividades mineras como las principales amenazas a estas formaciones, factor que también ha sido reportado en la literatura (Ocampo-Melgar et al. 2022). En ambos casos, hay varias especies sujetas a estos factores de amenaza que brindan SE. Por lo tanto, se debe prestar especial atención a cómo estas especies están siendo utilizadas hoy en día de tal manera que se desarrollen estrategias de manejo y ordenamiento territorial que permitan su permanencia en el tiempo, dada la relevancia que tienen desde una perspectiva ecológica y por la importancia que representan para los ecosistemas locales y comunidades indígenas. En este sentido, la vegetación xerófitas representa un atributo cultural para las comunidades, contribuyendo a su autodeterminación, autonomía, alimentación, soberanía, entrega de saberes intergeneracionales y fortalecimiento de la identidad cultural (Nemogá, 2016). Por lo tanto, los valores plurales de SE proporcionados por la vegetación xerófitas deben explorarse exhaustivamente, lo que contribuirá a orientar el proceso de toma de

decisiones para identificar la amplia gama de valores acoplados en las zonas áridas (Ocampo-Melgar et al. 2022).

El presente análisis de la literatura disponible permitió apreciar un panorama mucho más completo y ordenado de la relación que tienen estas especies con las personas. Esperamos brindar información útil para los tomadores de decisión inmersos en el norte del país. Nuestros resultados también pueden servir como base argumentativa para futuras investigaciones. Se espera que el presente estudio constituya una base para los investigadores que tengan como objetivo evaluar los servicios ecosistémicos que ofrecen las formaciones xerofíticas en los ecosistemas desérticos.

7.2 Aspectos legales

A pesar de que han pasado 13 años de la publicación de la Ley de Bosque Nativo, las formaciones xerofíticas aún se encuentran enormemente desprotegidas en cuanto a su extracción frente al cambio en el uso del suelo que sucede en las zonas áridas y semiáridas del país. De acuerdo con algunos autores (Peña, 2012; Paredes y Collao, 2020), la falta de consideraciones técnico-científicas en las directrices de La Ley de Bosque Nativo y Fomento Forestal para clasificar a una formación vegetal xerofita como tal y criterios que se aplican para incluir especies en el D.S N.º 68 del Ministerio de Agricultura que Establece, Aprueba y Oficializa Nómina de Especies Arbóreas y Arbustivas Originarias del País, en conjunto con la modificación de artículos normativos de los reglamentos originales de estos cuerpos legales representan una neutralización de la Ley de Bosque Nativo, y vislumbran en parte cómo la aplicación del actual modelo neoliberal moldea la legislación de acuerdo con los intereses económicos de las actividades productivas como la agricultura, minería e industria inmobiliaria. En este contexto, las actividades productivas basadas en recursos naturales renovables debieran ser compatibles con una gestión sostenible de los mismos, lo cual resulta ser trascendental en el desarrollo de la ingeniería forestal y en el logro de una gestión sostenible de las formaciones xerofíticas, por lo cual se hace necesario avanzar en este tema.

El contexto político se entrelaza directamente con la legislación forestal que tiene incidencia en las formaciones xerofitas; por ende, no se puede analizar uno sin estudiar los aspectos del otro. Así se puede dar cuenta que, si bien los tratados internacionales fueron una influencia sobre las políticas medioambientales en Chile, la débil normativa de los cuerpos legislativos hace que se pierda el sentido original de los convenios firmados por Chile (Zelada y Park, 2013). De esta forma, los convenios internacionales parecen no ser tan relevantes para la regulación de la extracción y uso de bienes proporcionados por las formaciones xerofitas, pues están enfocados en la protección de los recursos naturales como los

bosques y sus productos madereros. Por consiguiente, en los últimos años la política forestal ha buscado trabajar en temáticas ausentes hasta en ese entonces como la vegetación de zonas áridas y semiáridas, impulsando desde una agenda programática distintas metas a alcanzar, de las cuales hasta ahora no se tienen resultados claros, lo cual demuestra como incluso en la política forestal las formaciones xerófitas se jerarquizan como un componente ecológico secundario menos relevante que los bosques, en tal sentido que se incurre a una “discriminación biológica” (Peña, 2012).

Se evidenció, a partir de la experiencia de distintos profesionales encuestados, que las principales debilidades de la regulación en torno a la extracción, corta o descepado de las formaciones xerófitas se encuentran en las disposiciones legales de la Ley de Bosque Nativo y Fomento Forestal como sus Reglamentos; no obstante, el conjunto de debilidades asociadas a la extracción y uso de bienes derivados de formaciones xerófitas se conectan entre ellas, de forma que una debilidad es consecuencia de otra, por ejemplo, la desactualización del D.S N.º 68 afecta la cobertura legal que ofrece la Ley de Bosque Nativo a las formaciones vegetales xerófitas, y las articulaciones ambiguas de esta ley en consecuencia permiten la aprobación de planes de trabajo sin consideraciones ambientales en el SEIA. A la vez se relaciona la falta de cuerpos legales y presupuestos con la escasa fiscalización respecto la extracción ilegal de la vegetación, conocimiento e investigación del recurso genético de formaciones xerófitas.

En el mismo contexto, y de acuerdo a los planteamientos de ciertos autores (Paredes y Collao, 2020; Coussy, 2021; Paredes, 2021) se distingue a las modificaciones realizadas al Reglamento General y Reglamento de Suelos, Aguas y Humedales de la Ley de Bosque Nativo, mediante el D.S N.º 26 y ordinario N.º 94/2011 de CONAF como una causante de la invalidez de la protección que debía otorgar la Ley de Bosque Nativo y Fomento Forestal a las formaciones xerófitas tras su publicación, cuyas derogaciones y restablecimiento de la obligación de reforestar son de carácter imperativo. Así, y de manera contraria a las sugerencias emitidas por la Agrupación de Ingenieros Forestales por el Bosque Nativo (AIFBN), las cuales destacan como factores claves para el éxito de la Ley de Bosque Nativo: la voluntad política y la entrega de recursos (Neira, 2010), se puede señalar que el conjunto de debilidades que se visualizan a partir del estudio son consecuencia de un sistema normativo débil e incompleto que refleja la falta de interés del ejecutivo en otorgar presupuesto a la protección de la vegetación de la macrozona norte del país y los intereses contrapuestos entre el crecimiento de las actividades económicas productivas y la preservación de los ecosistemas, que si bien son compatibles en el manejo sostenible del territorio, no se concilian dentro del Ministerio de Agricultura.

De esta forma, los principales aspectos a regular en torno a la extracción y uso de bienes proporcionados por formaciones xerófitas deben estar enfocados en resolver las debilidades de la Ley de Bosque Nativo, como sus criterios de clasificación y reglamentos, además de la urgente actualización del Decreto Supremo N.º 68 de la ley 19.300; no obstante, también se hace necesario prestar atención a los aspectos relacionados a la fiscalización, investigación y ordenamiento territorial, puesto que además de encontrarse relacionados con la legislación forestal, impulsan una perspectiva de protección y fomento sustentable bajo la cual debe esbozarse la legislación de la vegetación de las zonas áridas y semiáridas. Adicionalmente, dado que las formaciones xerofíticas son relevantes para diferentes sistemas de vida de comunidades locales, los usos ancestrales de las mismas deben ser mejor abordados en la legislación. En este contexto, probablemente el concepto de servicios ecosistémicos puede contribuir.

7.3 Priorización de las formaciones xerofíticas

Para la priorización de las formaciones xerofíticas, se utilizó un enfoque de análisis multicriterio en base a criterios económicos, sociales (provisión de SE de provisión, regulación, culturales), y biológicos (amenaza). Los coeficientes ponderados buscan visibilizar criterios que pueden ser relevantes en el marco de la vinculación de la conservación y el bienestar humano, especialmente en aristas difícilmente adquiribles por otros métodos, y representa una aproximación para análisis interdisciplinarios. Cabe destacar que se asignó igual proporción de importancia a los tres criterios en los rodales. No obstante, y con base en el criterio y necesidades específicas de las instituciones estos factores de ponderación pueden ser modificados en función de las prioridades que se establezcan. Por otra parte, el análisis presentado debe ser utilizado con cautela, dado que se construyó en base a la información existente en la literatura y a través de la que pudieron aportar expertos consultados.

En el ámbito de los SE culturales, la Región de Tarapacá es la que presenta la mayor superficie, absoluta y relativa de rodales que otorgan servicios culturales reconocidos por las personas en acuerdo a las especies allí presentes. A su vez, la región de Antofagasta es aquella con la mayor superficie de rodales en los que no se reconoce provisión de SE culturales. Esto indica la necesidad de abordar los contextos socioecológicos en ambas regiones de tal forma de analizar en qué marcos emergen diferentes SE.

Los resultados muestran también una tendencia al alza en el reconocimiento de la provisión de SE culturales conforme se avanza hacia el norte desde la región de Antofagasta hacia la región de Arica y

Parinacota, con énfasis en los sectores cordilleranos y limítrofes con otros países. Esto da luces respecto a la necesidad de profundizar en el análisis de los vínculos culturales y relacionales de las comunidades locales con las plantas xerofíticas allí presentes.

Respecto a la aplicación del Indicador para SE de Provisión y Regulación, se obtiene que la región de Arica y Parinacota presenta mayor superficie de áreas que proveen un alto número de SE.

Respecto de la disposición cartográfica de los quiebres naturales, se visualiza una tendencia al alza en el reconocimiento de la entrega de SE de Provisión y regulación conforme se avanza hacia el norte desde la región de Antofagasta hacia la región de Arica y Parinacota, con énfasis en los sectores cordilleranos y limítrofes con otros países. Esta distribución es similar a la encontrada para los SE culturales.

Los resultados del Indicador de Valor Económico Total indican que la Región de Antofagasta es la que presenta la mayor superficie con alta valoración económica por hectárea en función de los SE posibles de valorar, representando un 57% de la superficie regional evaluada y un 63% de todas las áreas calificadas con el máximo indicador respecto de su VET.

Por su parte, la disposición cartográfica de los quiebres naturales del indicador económico muestra una visualización de superficies de alto VET en zonas cordilleranas y altoandinas, con gran presencia en la región de Antofagasta y su límite hacia la República de Argentina.

A diferencia de los mapas de Indicadores vinculados a los SE, se encuentran discrepancias entre zonas de alto valor de provisión de SE culturales y no culturales y zonas de valoración económica.

Respecto a la categorización generada, entre el 84 y el 97% de las superficies regionales evaluadas se encuentran con un nivel de amenaza bajo a no asignado. No obstante, e indistinto de la magnitud, se reconoce que, para la región de Arica y Parinacota y la región de Tarapacá, el 80% de la superficie evaluada presentó algún nivel de amenaza a la conservación de sus especies. Este mismo análisis muestra un 64% de superficie con algún nivel de amenaza para toda el área analizada.

La mayor superficie de especies amenazadas se encuentra en la región de Arica y Parinacota, alcanzando el 6% de la superficie regional evaluada, y el 52% de las superficies con amenazas más críticas.

En general, la mayor parte del territorio analizado presenta baja amenaza, y los sectores más amenazados tienden a concentrarse en la zona y en el extremo norte del país.

De manera integrada, no se encontraron rodales con Alta provisión de SE, Alto VET y Alta Amenaza al mismo tiempo, o rodales Sin provisión de SE, nulo VET y Sin Amenaza. Sin embargo, sí existen rodales cuyo indicador

se aproxima a los máximos y mínimos posibles, como las comunas de Putre y Colchane, donde se encontraron 970 ha de superficie de alta prioridad dados sus elevados indicadores en todas las categorías evaluadas, seguido en prioridad por la comuna de Calama.

De esta forma, el análisis integrado permite detectar diferencias en el territorio abordado. Las regiones de Arica y Parinacota y la región de Tarapacá implican un alto valor general evaluando reconocimiento y entrega de SE Culturales, de Provisión y Regulación, Valor Económico Total y Nivel de Amenaza a las especies presentes. Es decir, existe un complejo entramado donde se incorporan aspectos relevantes de vinculación de atributos biológicos con el bienestar social con alto riesgo de desaparecer en el tiempo.

Contrario a ello, zonas que se ubican principalmente en la zona central de la región de Tarapacá y la zona Cordillerana a Altoandina de la región de Antofagasta, parecen presentar menores valores de alerta.

Finalmente, el análisis de conglomerados verificó la existencia de macrozonas que agrupan zonas donde el valor de rodales contiguos tiende a ser alto o bajo. Los resultados indican que estas zonas existen, mostrando agrupaciones de alto valor principalmente en torno a las Provincias de General Lagos (Región de Arica y Parinacota) y Colchane (Región de Tarapacá). Se considera que la agrupación significativa de áreas de alto valor puede dar luces respecto de las macrozonas de interés para la preservación de los vínculos de bienestar humano y conservación ambiental.

8. Conclusiones

- Las formaciones xerofíticas han sido subvaloradas e invisibilizadas en las políticas públicas ambientales y en la normativa nacional.
- La falta de regulación normativa se explica por la existencia de intereses de tipo económico que impiden el avance en la conservación y protección de las formaciones xerofíticas.
- La información existente y consulta a expertos permitió cumplir con los objetivos del estudio. Sin embargo, los resultados generados deben usarse con cautela dado que son dependientes de la información existente.
- La macrozona analizada constituye un territorio complejo donde fluyen diversos SE que repercuten en el bienestar social.
- La mayor parte de la literatura existente aborda a las formaciones xerofíticas desde perspectivas biológicas. Si bien este ámbito es relevante, la gestión sostenible de esta vegetación requerirá esfuerzos inter y transdisciplinarios.

- Información respecto a los valores económicos de las formaciones xerofíticas es prácticamente inexistente. Si bien se ha reconocido que en desiertos los valores económicos a obtener pueden ser bajos, desde la perspectiva de economías de subsistencia pueden tener gran relevancia.
- Existe escasa información que permita llevar a cabo análisis sobre SE de regulación. Los SE de regulación son de gran relevancia y por lo mismo se requiere más investigación en este tema.
- Los análisis integrados permiten visualizar la relevancia de las regiones de Arica y Parinacota y Tarapacá, dado que ahí es posible encontrar relevancia biológica, social (dada la provisión de SE culturales y también de provisión y regulación), y económica. Esto permite alertar sobre la necesidad de esfuerzos que apunten a la gestión sostenible de las formaciones xerofíticas, que requerirá múltiples enfoques de tal forma de sostener el bienestar humano y las necesidades de conservación biológica.
- El cambio climático es visualizado por las comunidades locales como un factor de cambio relevante, así como también la minería y el turismo. Se visualizan desde estos grupos humanos la relevancia cultural de la vegetación. Al respecto, y dadas las complejas relaciones que las personas tienen con el territorio forjadas a través de plantas nativas, se hace necesario profundizar en el análisis y comprensión de estas relaciones. Para ello, enfoques disciplinares no son suficiente y por lo mismo, enfoques derivados del marco de los SE tales como pluralismo de valores y valores relacionales permitirían dar luces sobre esta complejidad y visualizar los marcos formales e informales en que estas relaciones ocurren.
- En el ámbito legal, el D.S. Nº 26/2011, del Ministerio de Agricultura significó un retroceso para la conservación y protección de las formaciones xerofíticas al no existir la obligación de regenerar o reforestar. Por lo mismo, parece necesaria la derogación de este D.S. y el restablecimiento de la obligación de regenerar o reforestar formaciones xerofíticas, en base al principio de no regresión.
- También es relevante que en la definición de servicios ambientales o ecosistémicos de la LBN se haga mención expresa a las formaciones xerofíticas y se agregue a la redacción de la norma tanto la *incidencia directa como la incidencia indirecta en la protección y mejoramiento del medio ambiente*.
- Es necesario que los SE tengan un tratamiento jurídico acorde a las problemáticas medioambientales actuales, por lo que es necesario establecer en los objetivos de la LBN la protección y conservación de los diversos servicios ambientales del bosque nativo y formaciones xerofíticas.

Con el aporte de una serie de investigaciones científicas, principalmente de la EEM y CICES, las formaciones xerofíticas y bosque nativo deben ser considerados como proveedoras de servicios ambientales o ecosistémicos que contribuyen a la protección y mejoramiento del medioambiente y sostienen el bienestar humano.

La clasificación de estos servicios no ha estado libre de críticas, fundamentalmente porque la perspectiva antropocéntrica sobre el medioambiente aún es predominante en el Derecho y en las políticas públicas, en las cuales los servicios tienen sentido solo si existen beneficiarios. Asimismo, la propia definición de servicios ambientales utilizada en la legislación y en la política ambiental está fuertemente condicionada por procesos de valoración económica, como por ejemplo el sistema de pago por servicios ambientales, por lo que se hace necesario integrar otras variables, tales como criterios éticos, jurídicos, ecológicos, ambientales y sociales, a fin de que en la toma de decisiones sobre materias ambientales no se imponga una visión parcializada del bienestar humano, en desmedro del medioambiente. En este contexto, y además del fortalecimiento legal, profundizar análisis sobre pluralismo de valores y cómo pueden ser integrados a las políticas públicas se hace relevante.

Respecto al SEIA y las formaciones xerofíticas, ha quedado establecido que se debe presentar Plan de Medidas de Mitigación, Reparación o Compensación, cuando el ingreso del proyecto o actividad se haya originado por un Estudio de Impacto Ambiental y la intervención genere un impacto significativo. En los planes de medidas, deberá primar el principio de jerarquía, según el cual los impactos sobre la biodiversidad deberán ser mitigados, reparados y, en último término, compensados.

Sobre las declaraciones de impacto ambiental, también se ha establecido que CONAF como ente sectorial podrá promover compromisos voluntarios a los titulares de proyectos o imponer condiciones técnicas frente a la intervención de especies en categoría de conservación, fundadas eso sí, en los objetivos de protección ambiental que persigue la Ley N° 19.300 y no en la LBN, por lo que se hace necesario establecer en la LBN objetivos de conservación y protección respecto a las formaciones xerofíticas.

Parece necesario distinguir claramente dos planes de trabajo separados en la legislación: uno de tipo forestal y otro dirigido a la preservación. En este contexto, la obtención de productos no madereros (PNM) a partir del plan de trabajo de tipo forestal en formaciones xerofíticas se realizaría con una lógica de sustentabilidad forestal mientras que un plan de trabajo destinado a la preservación de formaciones xerofíticas se realizaría en pos de asegurar la biodiversidad.

Se hace necesario consagrar con igual importancia a las formaciones xerofíticas que al bosque nativo en la LBN, pues ambos generan SE, siendo relevantes para el combate contra la degradación del medio ambiente y

el cambio climático, así como también para el bienestar local. Esto requiere que la CONAF tenga un rol más activo incorporando entre sus potestades la mantención de un flujo diverso de SE en materia forestal y arbustiva, creando los instrumentos necesarios para dicha labor mediante medidas de prevención como de fiscalización. Esto también requerirá fortalecer la comprensión sobre nociones de bienestar humano, y mecanismos de gobernanza en torno a las formaciones xerofíticas.

En definitiva, no solo se requieren modificaciones a la normativa vigente y en el proyecto de ley de Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas, sino que también un cambio de enfoque en la institucionalidad hacia una perspectiva integral que involucre pluralismo de valores involucrados en las formaciones xerofíticas. Una ética antropocéntrica o una visión ecocéntrica, a priori, no deberían ser absolutamente excluyentes, y por ende, completamente desechada la una o la otra. Es posible compatibilizar ambas perspectivas en el Derecho Ambiental, el Derecho Forestal y en las políticas públicas sobre la materia, a fin de que la relación entre el ser humano y el medio ambiente sea más armónica y no comprometa los recursos y ecosistemas para las generaciones futuras.

En síntesis, a fin de no comprometer el bienestar de las generaciones futuras, pues se ha obtenido que las formaciones xerofíticas son una fuente de provisión de beneficios para las comunidades de las zonas áridas y semiáridas, la legislación forestal y las políticas públicas ambientales podrían considerar a éstas desde una perspectiva multidisciplinaria como una forma de fortalecer la protección de la vegetación xerofita y el bienestar social. Claramente la legislación existente puede ser relevante, pero no es el único camino relevante que permitirá avanzar en la sostenibilidad de las formaciones xerofíticas de las zonas áridas del país. Para ello, tomadores de decisión deberán razonar además con los múltiples valores albergados en torno a los territorios que albergan esta vegetación y explorar con mayor profundidad los valores arraigados en las comunidades locales, así como también la institucionalidad formal e informal relacionada con su extracción.

Este estudio sistematizó información relevante de las formaciones xerofíticas en Chile en base a información disponible y consulta a diferentes actores. La información generada debe utilizarse con cautela y representa un análisis inicial para detectar vacíos de información y dar señales de necesidades futuras de investigación.

BIBLIOGRAFÍA

- ARIAS-ARÉVALO, P., MARTÍN-LÓPEZ, B., GÓMEZ-BAGGETHUN, E. 2017. Exploring intrinsic, instrumental and relational values for sustainable management of social-ecological systems. *Ecology and Society* 22(4):43.
- AYALA, P., AVENDAÑO, S., CÁRDENAS, U. 2003. Vinculaciones entre una arqueología social y la comunidad indígena de Ollagüe (Región de Antofagasta, Chile). *Chungará (Arica)*, 35(2): 275-285.
- BAEZA, V. 1930. Los Nombres Vulgares de las Plantas Silvestres de Chile y su concordancia con los nombres científicos y observaciones sobre la aplicación técnica y medicinal de algunas especies. Imprenta Globo. Disponible en <http://www.memoriachilena.gob.cl/archivos2/pdfs/MC0059615.pdf>
- BAGSTAD, K. J., SEMMENS, D., WINTHROP, R., JAWORSKI, D., LARSON, J. 2012. Ecosystem services valuation to support decision-making on public lands: a case study of the San Pedro River watershed, Arizona. Scientific Investigations Report 2012-5251. Disponible en: <https://pubs.er.usgs.gov/publication/sir20125251>
- BAHAMONDES, P., MEDINA, P., MELLA, J. 2012. Guía de Campo: Flora y Fauna en Michilla, El Tesoro y Esperanza. Novoa FF y M Contreras (Eds) Ediciones del Centro de Ecología Aplicada Ltda. Chile. 234p.
- BARKMANN, K. GLENK, A. KEIL, C. LEEMHUIS, N. DIETRICH, G. GEROLD, R. MARGGRAF. 2008. Confronting unfamiliarity with ecosystem functions: The case for an ecosystem service approach to environmental valuation with stated preference methods. *Ecological Economics* 65(1): 48-62.
- BARROS, S. 2010. El género *Prosopis*, valioso recurso forestal de las zonas áridas y semiáridas de América, Asia y África. *Ciencia e Investigación Forestal - Instituto Forestal / Chile*. 16(1). 128p.
- BIDAK, L.M., KAMAL, S.A., HALMY, M.W.A., HENEIDY, S.Z. 2015. Goods and services provided by native plants in desert ecosystems: Examples from the northwestern coastal desert of Egypt. *Global Ecology and Conservation* 3: 433-447.
- BIDEGAIN, I., CERDA, c., CATALÁN, E., TIRONI A., LÓPEZ-SANTIAGO, C. 2019. Social preferences for ecosystem services in a biodiversity hotspot in South America. *PLoS ONE* 14(4): e0215715. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215715>.
- BRAVO-CADENA, J. NUMA, P. 2018. Valoración de los servicios ecosistémicos: diferentes lenguajes para la conservación en un área prioritaria. *Revista Científica Biológico Agropecuaria Tuxpan* 6(2).
- CAMACHO-VALDEZ, V., RUIZ-LUNA, A. 2012. Marco conceptual y clasificación de los servicios ecosistémicos. *Revista Bio Ciencias*, 1(4).

- CARSON, R., ROTH. B. 2009. Discounting Behaviour and Environmental Decisions. *Journal of Neuroscience Psychology and Economics* 2(2):112-130.
- CARTRON, J-L., CEBALLOS, G. Y FELGER, R. 2005. *Biodiversity, Ecosystems, and Conservation in Northern Mexico*. Prensa de la Universidad de Oxford, New York. 496p: 90p.
- CERDA, C., TIRONI, A. 2017. La evaluación no monetaria de los servicios ecosistémicos: perspectiva para la gestión sostenible del territorio. *Revista Luna Azul*, 45, 329-352. DOI: 10.17151/luaz.2017.45.17.
- CERDA, C., BIDEGAIN, I. 2018. Spectrum of concepts associated it the term "biodiversity": a case of study in biodiversity hotspot in South America. *Environmental Monitoring and Assessment* 190:207
- CERDA, C., FUENTES, J. P., DE LA MAZA C. L., LOUIT, C., ARAOS, A. 2018. Assessing visitors' preferences for ecosystem features in a desert biodiversity hotspot. *Environmental Conservation* 45(1): 75-82. [https://doi.org/ 10.1017/S0376892917000200](https://doi.org/10.1017/S0376892917000200).
- CHAN, K., BALVANERA P., BENESSIAH K. ET AL. 2016. Opinion: Why protect nature? Rethinking values and the environment. *National Academy of Sciences* 113(6):1462-1465.
- CONAF. 1997. *Catastro de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile para las regiones de Iquique y Antofagasta*.
- CONAF. 2011. *Tabla de Costos para la Temporada de Forestación 2012*.
- CONAF. 2012. *Estudio compilatorio de flora y fauna presente en las áreas silvestres protegidas de la Región de Tarapacá*. Departamento de Áreas Silvestres Protegidas Tarapacá. Disponible en <<https://bibliotecadigital.ciren.cl/>>
- CONAF. 2015a. *Criterio e indicadores para la conservación y el manejo sustentable de los bosques templados y boreales: Chile*. El proceso de Montreal. 16p.
- CONAF. 2015b. *Actualización Catastro de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile para las regiones de Arica*.
- DE GROOT, R. et al. 2012. Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units. *Ecosystem Services* 1(1): 50-61.
- CONAF, 2020. *Tabla de Valores 2020*. Ley N°20.283 sobre recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal. DT N° 239. 14p.
- CONAF. 2021. *Catastro de los recursos vegetacionales nativos de Chile al año 2020*. Departamento de Monitoreo de Ecosistemas Forestales. 76p
- Contreras, J.P., Peña, A. 2016. *El recurso Forestal en la Macrozona Norte*. Edición Especial Zonas áridas y semiáridas. 10p.

DÍAZ, S., DEMISSEW, S., CARABIAS, J., ET AL. 2015. The IPBES conceptual framework: connecting nature and people. *Opinión Actual en Sostenibilidad Ambiental* 14:1-16

CEA-GORE Antofagasta. S.F. Flora y Vegetación: Alrededores del Volcán Licancabur. Disponible en <https://www.ceachile.cl/humedales/licancabur/cartillas/Cartilla%20Flora%20y%20Vegetacion%20Licancabur.pdf>

CICES. 2018. Revision of the Common International Classification for Ecosystem Services (CICES V5.1): A Policy Brief. Disponible en: <https://oneecosystem.pensoft.net/article/27108/>

GONZÁLES, S., MOLINA, J., 2017. Flora Nativa de la región de Arica y Parinacota. Ediciones Universidad de Tarapacá. Disponible en <<http://sb.uta.cl/libros/Flora1.pdf>>

COWLING, R., EGOH, B., KNIGHT, A., O'FARRELL, P., REYERS, B., ROUGET, M., ROUX, D., WELZ, A. Y WILHELM-RECHMAN, A. 2008. An operational model for mainstreaming ecosystem services for implementation. *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)* 105(28): 9483-9488

DÍAZ, S., PASCUAL, U., STENSEKE, M., ET AL. 2018. Assessing nature's contributions to people. *Science* 359: 270-272.

ESPINOSA, V. 2003. El español hablado por niños aymaras chilenos. *Literatura y lingüística* (14): 159-171.

ESTEVEZ, R., SQUEO, F., ARANCIO, G., ERAZO, M. 2010. Producción de carbón vegetal a partir de arbustos nativos en la Región de Atacama, Chile. *Gayana Botánica* 67(2).

ETIENNE, G., PRADO CAMPOS, C. D. 1982. Descripción de la vegetación mediante la Cartografía de Ocupación de Tierras. Conceptos y manual de uso práctico.

FISHER, B., TURNER, R. K. 2008. Ecosystem services: Classification for valuation. *Biological Conservation* 141(5): 1167-1169.

FISHER B., TURNER, R.K., MORLING, P. 2009. Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological Economics* 68: 643-653.

FLORES, R. 2016. Caracterización florística de las formaciones de vegetación de la Región de Arica y Parinacota. Memoria para optar al título profesional de Ingeniero Agrónomo. Santiago. Chile. 101 p.

FUNDACIÓN TERRAM. 2020. La (des)regulación de la vegetación de climas áridos y semiáridos: la desmantelada protección de las especies xerofíticas. [En línea] Ladera Sur. <<https://laderasur.com/articulo/la-desregulacion-de-la-vegetacion-de-climas-aridos-y-semiaridos-la->

desmantelada-proteccion-de-las-especies-xerofiticas/#_ftn3> [Consulta: 18 abril 2022]

GAJARDO, R. 1994. La vegetación natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica. Santiago, Chile: Editorial Universitaria.

GATICA-CASTRO, A., MARTICORENA, A., ROJAS, G., ARANCIO, G., SQUEO, F. A. 2015. Estado de conservación de la flora nativa de las regiones de Arica-Parinacota y de Tarapacá, Chile. *Gayana Botánica* 72(2): 305-339.

GEF-MMA-PNUD. 2010. Valoración Económica detallada de las áreas protegidas de Chile.

GARCÍA-LLORENTE, M., INIESTA-ARANDIA, I., WILLAARTS, B.A., HARRISON, P.A., BERRY, P., CASTRO, A., et al. 2015. Biophysical and sociocultural factors underlying spatial trade-offs of ecosystem services in semiarid watersheds. *Ecology and Society* 20: 39.

GONZÁLEZ, J., MOLINA, J. J. 2017. Flora nativa de la región de Arica y Parinacota. Arica: Ediciones Universidad de Tarapacá. 233 p.

GONZÁLEZ-JIMÉNEZ, D., BALVANERA, P. 2021. Relevancia de las contribuciones de la IPBES para la valoración plural de la naturaleza en América Latina. En: RINCÓN-RUIZ, A., ARIAS, P., CLAVIJO, M., (Eds). *Hacia una valoración incluyente y plural de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos: visiones, avances y retos en América Latina*. Bogotá, Colombia. 362p: 45p

GUDYNAS, E. 2010. La senda biocéntrica: valores intrínsecos, derechos de la naturaleza y justicia ecológica. *Tabula Rasa* (13): 45-71

GUTIÉRREZ, J., SQUEO, F. 2004. Importancia de los arbustos en los ecosistemas semiáridos de Chile. Departamento de Biología. *Ecosistemas*. 13 (1).

IHS Markit. 2021. IHS Markit Global Carbon Index (USD). Disponible en <https://indices.ihsmarkit.com/#/Carbonindex>

IPBES. 2022. Summary for policymakers of the methodological assessment of the diverse values and valuation of nature of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. U. Pascual, P. Balvanera, M. Christie, B. Baptiste, D. González-Jiménez, C.B. Anderson, S. Athayde, R. Chaplin-Kramer, S. Jacobs, E. Kelemen, R. Kumar, E. Lazos, A. Martin, T.H. Mwampamba, B. Nakangu, P. O'Farrell, C.M. Raymond, S.M. Subramanian, M. Termansen, M. Van Noordwijk, A. Vatn (eds.). IPBES secretariat, Bonn, Germany. 37 pages. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6522392>.

- LARA, A., SIMONETTI, J., LIBERONA, F. 2011. Servicios Ecosistémicos y Ley de Bosque Nativo: No basta con definirlos. *Revista Bosque Nativo* 47: 3-9
- LOMAS, P. L., MARTÍN, B., LOUIT, C., MONTOYA, D., MONTES, C., ÁLVAREZ, S. 2005. Guía práctica para la valoración económica de los bienes y servicios ambientales de los ecosistemas. Fundación Interuniversitaria Fernanda González Bernáldez. España.
- MADALENO, I. M., DELATORRE-HERRERA, J. 2013. Medicina popular de Iquique, Tarapacá. *Idesia (Arica)* 31(1): 67-78.
- MAESTRE, F. T., BENITO, B. M., BERDUGO, M. ET AL. 2021. Biogeography of global drylands. *New Phytologist*, 231(2), 540-558. <https://doi.org/10.1111/nph.17395>.
- MALANOUX, M., SÉNE, E.H. , ATZMON, N. 2007. Bosques, árboles y agua en las tierras áridas: un equilibrio delicado. *Unasylva* 58: 24-29.
- MARKANDYA, A., PEARCE, D. 1988. Natural environments and the social rate of discount. *Project Appraisal* 3(1): 2-12.
- MARTÍNEZ-VALDERRAMA, J., EMILIO GUIRADO, E., MAESTRE, F. T. 2022. La vida adaptada a la precariedad: Ecología de las zonas áridas. *Metode Science Studies Journal*. <https://doi.org/10.7203/metode.13.22006>
- MARTÍN-LÓPEZ, B., GOMEZ-BAGGETHUN, E., MONTES, C. 2009. Un marco conceptual para la gestión de las interacciones naturaleza-sociedad en un mundo cambiante. *CUIDES* 9(3).
- MEA (MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT). 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press.
- MENCEYRA, F. 2021. Valoración sociocultural de servicios ecosistémicos en áreas urbanas chilenas. Tesis para optar al grado de Magíster en Urbanismo. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Arquitectura y Urbanismo. 137p.
- MENZEL, S., TENG, J. 2010. Ecosystem services as a Stakeholder-Driven Concept for Conservation Science. *Biología de la Conservación* 24(3):907-909.
- MEYNARD, C. N., LARA, M., PINO, M. ET AL. 2007. Integrando ciencia, economía y sociedad: servicios ecosistémicos en la ecorregión de los bosques lluviosos valdivianos. *Gaceta ecológica* 84-85: 29-38.
- MMA. 2014. Propuesta sobre marco conceptual, definición y clasificación de servicios ecosistémicos para el Ministerio del Medio Ambiente. División de información y economía ambiental Ministerio del Medio Ambiente de Chile. 13p.

MMA. 2008. Decreto Supremo N° 51/2008. Aprueba y oficializa nómina para el tercer proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Gobierno de Chile. Diario oficial de la República de Chile, 30 de junio de 2008.

MMA. 2012. Decreto Supremo N° 41/2011. Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, sexto proceso. Gobierno de Chile. Diario oficial de la República de Chile, 11 de abril de 2012.

MMA. 2013. Decreto Supremo N° 13/2013 del. Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, noveno proceso. Gobierno de Chile. Diario oficial de la República de Chile, 25 de julio de 2013.

Ministerio Secretaría General de la Presidencia. (MINSEGPRES). 2008. Decreto Supremo N° 51/2008. Aprueba y oficializa nómina para el tercer proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Gobierno de Chile. Diario oficial de la República de

MONTALVA, D. 2017. Propuesta metodológica para construir el escenario de deforestación de formaciones leñosas del norte de Chile. Memoria para optar al título profesional Ingeniera en Recursos Naturales Renovables. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. 72p

NEMOGÁ, G. 2016. Diversidad biocultural: innovando en investigación para la conservación. Acta biológica colombiana 21(1).

NOGUERA-URBANO, E. A. 2017. Endemism: differentiation of the concept, methods and applications. Acta zoológica mexicana 33(1): 89-107.

OCAMPO-MELGAR, A., LUTZ-LEY, A., ZÚÑIGA, A., CERDA, C., GOIRÁN, S. 2022. Zonas áridas de Latinoamérica: Desafíos y oportunidades para un desarrollo sostenible. Metode Science Studies Journal. <https://doi.org/10.7203/metode.13.21458>

ODEPA. 2012. La urea y su comercialización en Chile. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias.

ODEPA. 2017. Precios históricos de lista de fertilizantes en Santiago: Urea. Disponible en <https://www.odepa.gob.cl/precios/avance-por-productos>

O'FARRELL, P. J., REYERS, B., LE MAITRE, D. C., MILTON, S. J., EGOH, B., MAHERRY, A. ET AL. 2010. Multi-functional landscapes in semiarid environments: implications for biodiversity and ecosystem services. Landscape Ecology 25(8): 1231-1246. <https://doi.org/10.1007/s10980-010-9495-9>.

OSSES, P., HEPP, J., PARRA, E. 2010. Herramienta de análisis a partir de la sistematización y representación espacial de información sobre

formaciones xerofíticas del norte de Chile. Resúmenes proyectos financiados por el Fondo de Investigación del Bosque Nativo, 36.

OYARZÚN, C., NAHUELHUAL, L., NÚÑEZ, D. 2005. Los servicios ecosistémicos del bosque templado lluvioso: producción de agua y su valoración económica. *Ambiente y Desarrollo* 20(3): 88-95.

PARADA, M., GONZÁLEZ, A., ROJAS, C., VITA, A. 2018. Caracterización del uso actual de la rica-rica (*Acantholippia deserticola* Phil. Moldenke) y recomendaciones para su manejo sustentable, en la Comuna de San Pedro de Atacama, Región de Antofagasta. Corporación Nacional Forestal, Región de Antofagasta. Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza, Universidad de Chile.

PAREDES, C., COLLAO, P. 2020. La (des)regulación de la vegetación de climas áridos y semiáridos: la desmantelada protección de las especies xerofíticas. [en línea] *Ladera Sur*. <<https://laderasur.com/articulo/la-desregulacion-de-la-vegetacion-de-climas-aridos-y-58-semiaridos-la-desmantelada-proteccion-de-las-especies-xerofiticas/>> [consulta: 28 julio, 2021].

PASCUAL, U., BALVANERA, P., DÍAZ, S. ET AL. 2017. Opinión Actual en Sostenibilidad Ambiental 26-27:7-16.

PEÑA, A., 2018. El recurso forestal en las zonas áridas y semiáridas. *Mundo Forestal - Edición Especial Zonas áridas y semiáridas*: 5-11.

PERI, L.P., MARTÍNEZ-PASTUR, G., NAHUELHUAL, L. 2021. Ecosystem Services in Patagonia A Multi-Criteria Approach for an Integrated Assessment. Springer Nature. Switzerland. 499 pp.

QUÉTIER, F., TAPPELLA, E., CONTI, G., CÁCERES D., Y DÍAZ, S. 2007. Servicios ecosistémicos y actores sociales. Aspectos conceptuales y metodológicos para un estudio interdisciplinario. *Gaceta Ecológica* 84-85:17-26.

REYERS, B., O'FARRELL, P. J., COWLING, R. M., EGOH, B. N., LE MAITRE, D. C., VLOK, J. H. J. 2009. Ecosystem Services, Land-Cover Change, and Stakeholders: Finding a Sustainable Foothold for a Semiarid Biodiversity Hotspot. *Ecology and Society* 14(1).

RINCÓN-RUÍZ, A., ECHEVERRY-DUQUE, M., PIÑEROS, M., TAPIA, H., DAVID, A., ARIAS-ARÉVALO, P. Y ZULUAGA, A. 2014. Valoración integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos: Aspectos conceptuales y metodológicos. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt (IAvH). 151p: 104p.

RODRÍGUEZ, R., MARTICORENA, C., ALARCÓN, D., BAEZA, C., CAVIERES, L., FINOT, V. L. et al. 2018. Catálogo de las plantas vasculares de Chile. *Gayana. Botánica* 75(1): 1-430.

- ROLDÁN, M., LATORRE, S. 2021. Valoración social de funciones ecosistémicas de las quebradas en Quito, Ecuador. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica* 34(1):65-85
- SAGIE, H., MORRIS, A., ROFE, Y., ORENSTEIN, E., GRONNER, E. 2013. Cross-cultural perceptions of ecosystem services: A social inquiry on both sides of the Israeli-Jordanian border of the Southern Arava Valley Desert. *Journal of Arid Environments* 97: 38-48.
- SATTERFIELD, T., GREGORY, R., KLAIN, S., ROBERTS, M., CHAN, K. 2013. Culture, intangibles and metric in environmental management. *Journal of Environmental Management* 117:103-114
- SII. 2021. Valores y Fechas: UF. Disponible en https://www.sii.cl/valores_y_fechas/uf/uf2021.htm
- TADAKI, M., SINNER, J., CHAN, K. 2017. Making sense of environmental values: a typology of concepts. *Ecology and Society* 22(1):7.
- TAYLOR, N. T., DAVIS, K., ABAD, H., MCCLUNG, R., MORAN, M. 2017. Ecosystem services of the Big Bend region of the Chihuahuan Desert. *Ecosystem Services* 27(A): 48-57.
- TIBURCIO-SÁNCHEZ, A. 2017. Los servicios ambientales en zonas áridas. *Estado del arte. Directorio* 19: 40-43.
- TRIVELLI, M. 2014. Reseña de la vegetación de Chile. Servicio Agrícola y Ganadero SAG. [En línea] <http://www.sag.cl/sites/default/files/la_flora_de_chile_continenta_l_5f_junio_2014_final2.pdf> [Consulta: 16 abril, 2022]
- UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN. 2019. Valorización de la Brea (*Tessaria absinthioides*) proveniente de la región de Atacama como materia prima para la elaboración de productos comerciales. Unidad de Desarrollo Tecnológico [UDT].
- URQUIZA, A., CADENAS, H. 2015. Sistemas socio-ecológicos: elementos teóricos y conceptuales para la discusión en torno a vulnerabilidad hídrica. *Orda* 208:1-33
- VALLE, J. 2020. Aporte de la valoración sociocultural y los valores relacionales en la comprensión de conflictos ambientales de conservación de áreas verdes urbanas. Tesis presentada para optar al Título de Magíster en Medio Ambiente y Desarrollo. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Económicas. 185p.
- VILLAGRÁN, C., ROMO, M., CASTRO, V. 2003. Etnobotánica del sur de los Andes de la Primera Región de Chile: un enlace entre las culturas altiplánicas y las de quebradas altas del Loa superior. *Chungará (Arica)* 35(1): 73-124.

VILLARREAL, Q. 2006. Introducción a la Botánica Forestal. Tercera Edición. Editorial Trillas. SA de CV México. 151p.

VITA, A., SERRA, M. T., CARMONA, R., URBINA, C. 2006. Estudio etnobotánico y jurídico de hierbas nativas de la comuna de San Pedro de Atacama. (Informe no publicado). Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales, Facultad de Derecho.

WILLIAMSON, O. 2000. The new institutional economics: taking stock, looking ahead. *Journal of Economic Literature* 38:595-613.

WRIGHT, J. 1990. Social Discounting and the Environment. *Studies in Resource Management* No. 8. Centre for Resource Management. Lincoln University and University of Canterbury. Nueva Zelanda. 35 p.

WUNDER, S., WERTZ-KANOUNNIKOFF, S., MORENO-SÁNCHEZ, R. 2007. Pago por servicios ambientales: una nueva forma de conservar la biodiversidad. *Gaceta ecológica* 84-85: 39-52.

ANEXOS

ANEXO 1. ENCUESTA A EXPERTOS

Servicios Ecosistémicos de Formaciones Xerofíticas

Proyecto 005/2019

Servicios ecosistémicos de formaciones xerofíticas en la macrozona comprendida desde la Región de Arica y Parinacota hasta la Región de Antofagasta

Las siguientes preguntas se enmarcan en el proyecto 2019/005 del Fondo de Investigación del Bosque Nativo de CONAF titulado "**Servicios ecosistémicos de formaciones xerofíticas en la macrozona comprendida desde la Región de Arica y Parinacota hasta la Región de Antofagasta**", desarrollado actualmente por la Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza de la Universidad de Chile, y dirigido por la Profesora Claudia Cerda. El proyecto busca analizar los valores ecológicos, culturales y económicos de estas formaciones, así como también los desafíos legales a enfrentar para la regulación del uso y extracción de bienes que derivan de ellas.

En este ámbito, los servicios ecosistémicos se refieren a contribuciones que las formaciones xerofíticas brindan al bienestar humano. Estas contribuciones pueden ser directas (ejemplo: productos medicinales, carbón, etc), de regulación (ej. control de erosión, protección contra inundaciones), o culturales (ej. posibilidad de investigación, identidad cultural, arraigo cultural). Con propósitos de estandarización de métodos, adjuntamos un listado de servicios ecosistémicos con ejemplos para guiar su elección al final de esta encuesta. Este listado es solo orientador.

Dada su experiencia y conocimiento, en esta encuesta quisiéramos consultarle por especies de formaciones xerofíticas presentes en la macrozona comprendida desde la Región de Arica Parinacota hasta la Región de Antofagasta, por lo cual le agradecemos que pueda responder las siguientes preguntas.

1. Listado de especies

Desde su experiencia y conocimiento, identifique por favor especies xerofíticas presentes en la macrozona que Usted crea merecen mayor atención porque tienen problemas de conservación, se debe regular su uso, presentan amenazas importantes, son culturalmente relevantes, son económicamente relevantes, brindan servicios ecosistémicos relevantes,

u otro aspecto que considere importante (en su selección puede basarse en uno o más de estos criterios que a Usted le parezcan relevantes). Este análisis también puede hacerlo a nivel de formación vegetal, cuando sea complejo identificar especies particulares. Proporcione por favor el nombre científico y común de la especie. Agradecemos también si puede identificar servicios ecosistémicos relevantes que brindan y justificar la selección de la especie. Para facilitar la identificación, al final de esta encuesta adjuntamos un listado de servicios que puede ayudar en su clasificación. Puede utilizar todo el espacio que necesite y agregar filas si es necesario.

2. Información económica

En función de las especies que mencionó anteriormente, u otras especies de formaciones xerofíticas de las cuales tenga información, ¿Reconoce la comercialización (formal o informal) de algún producto derivado de ellas?, y si es así, ¿a qué valor y qué cantidad se comercializa?

Especie	Producto comercializado	Precio/cantidad (\$/bolsa, kilo, otro)	¿Se comercializa seco o fresco?	Extracción al año (cantidad)	Actor que la comercializa

3. Aspectos legales:

Dada su experiencia en este ámbito, le agradeceríamos si puede responder las siguientes preguntas:

¿Cuáles son las principales debilidades que presentan actualmente los mecanismos legales o de control de regulación del uso y extracción de bienes/productos derivados de formaciones xerofíticas en Chile? Si menciona algún cuerpo legal, ¿puede mencionar por favor cuál es el problema o vacío?

¿Puede mencionar los cuerpos legales, políticos o de conservación que en la actualidad tienen alguna relación con la regulación del uso y extracción de bienes/productos derivados de formaciones xerofíticas?, estos cuerpos pueden ser nacionales o internacionales y la relación con la regulación puede ser directa o indirecta.

Cuerpo legal/político/conservación	Forma en que aborda el uso y extracción de productos forestales derivados de formaciones xerofíticas	Escala de aplicación (local, regional, nacional)	En una escala de 1 a 5 donde 1=muy poco determinante del uso y extracción y 5=muy determinante del uso y la extracción, ¿puede indicar cuán determinante es cada cuerpo en el estado actual de las formaciones xerofíticas?

¿Cuáles son los principales aspectos que deben regularse legalmente en el ámbito de las formaciones xerofíticas?, agradecemos si puede dar detalles en los ítems que le parezcan relevantes. Por ejemplo, ¿dónde están las debilidades al respecto en la Ley de Bosque Nativo?

A su juicio: a ¿cuáles son los organismos o entidades que debieran regular el uso y extracción de bienes/productos derivados de formaciones xerofíticas?, en su respuesta puede considerar la escala de aplicación. ¿Desde su experiencia, tienen estos organismos capacidad de fiscalización?

4. Amenazas

A su juicio ¿cuáles son las principales amenazas a las formaciones xerofíticas en la macrozona comprendida entre la Región de Arica Parinacota hasta la Región de Antofagasta? Por favor enfoque su respuesta en especies particulares sobre las cuales Usted tenga experiencia y crea que deben ser conservadas.

De las amenazas que Usted mencionó anteriormente, ¿puede ordenarlas en orden de importancia para cada especie?

5. Usuarios/as

¿En la macrozona del proyecto (Arica y Parinacota, hasta la región de Antofagasta) hay algún tipo de usuario/a o grupo de usuarios/as de las formaciones xerofíticas que en su opinión sea relevante considerar en este proyecto⁴? ¿Por qué? En su respuesta puede considerar especies particulares. ¿Conoce si hay grupos humanos que hagan un uso sostenible de estas formaciones? ¿Hay algún otro tipo de actor que le considere relevante incorporar (ej. gestores, privados)?

Otros/as expertos/as

¿Puede sugerir a otras personas que crea pueden aportar respondiendo esta entrevista? Agradeceríamos si nos puede dar sus datos de contacto y el área en la cual Usted cree puede contribuir. Pueden ser del ámbito académico, profesional, técnico y también actores locales con conocimiento en las dimensiones de la entrevista.

LISTADO DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS PARA GUIAR LA CLASIFICACIÓN (basado en CICES)

Servicios ecosistémicos de PROVISIÓN

Sección	Clase	Ejemplo
Provisión (bióticos)	Plantas terrestres cultivadas (incluidos hongos, algas) para alimentación.	Cultivo de trigo, hortalizas, frutales, etc.
Provisión (bióticos)	Fibras y otros materiales obtenidos de plantas cultivadas , hongos, algas y bacterias para uso directo o procesado (excluye material genético)	Árboles para uso maderero, forraje, tintes naturales, etc.

⁴ Específicamente para ser considerado en un futuro respecto a su visión de uso/extracción.

Provisión (bióticos)	Plantas cultivadas (incluidos hongos, algas) como fuente de energía.	Leña para calefacción, pellets, etc. Biodiesel.
Provisión (bióticos)	Plantas silvestres (terrestres y acuáticas, incluidos hongos, algas) utilizadas para alimentación	Frutas de bosque o hongos comestibles silvestres
Provisión (bióticos)	Fibras y otros materiales de plantas silvestres para uso directo o procesamiento (excluye material genético)	Juncos o macroalgas utilizadas como agentes espesantes, agar y electrodos superconductores
Provisión (bióticos)	Plantas silvestres (terrestres y acuáticas, incluidos hongos, algas) utilizadas como fuente de energía	Leña
Provisión (bióticos)	Semillas, esporas y otros materiales vegetales recolectados para mantener o establecer una población	Semillas o esporas cosechables
Provisión (bióticos)	Plantas superiores e inferiores (organismos completos) utilizadas para generar nuevas cepas o variedades	Población de algas vegetales, especies de hongos o variedades de vid utilizados en programas de mejoramiento genético.
Provisión (bióticos)	Genes individuales extraídos de plantas superiores e inferiores para el diseño y construcción de nuevas entidades biológicas	Población de especies de plantas utilizadas para extraer genes.
Provisión (bióticos)	Genes individuales extraídos de organismos para el diseño y la	Población de una especie determinada, que se utiliza para extraer genes

	construcción de nuevas entidades biológicas	
--	---	--

Servicios ecosistémicos de REGULACIÓN Y MANTENCIÓN

Sección	Clase	Ejemplo
Regulación y mantención (biótica)	Biorremediación a través de microorganismos, algas, plantas y animales	Uso de seres vivos para restaurar ambientes contaminados de desechos industriales.
Regulación y mantención (biótica)	Filtración, secuestro, almacenamiento y/o acumulación a través de microorganismos, algas, plantas y animales	Filtración de material particulado por árboles, acumulación de metales pesados en bancos de peces, vegetación ripariana (retiene y almacena nutrientes en exceso)
Regulación y mantención (biótica)	Reducción de olores	Cinturones verdes que filtran partículas que transportan olores. Aves y las comunidades bacterianas eliminan algas podridas, que se encuentran en la zona litoral o en alta mar, pero que podrían llegar a la orilla y producir impactos olfativos y visuales
Regulación y mantención (biótica)	Atenuación de ruido	Cinturones verdes de protección a lo largo de las autopistas

Regulación y mantención (biótica)	Atenuación visual	Cinturones verdes de protección alrededor de estructuras industriales
Regulación y mantención (biótica)	Control de las tasas de erosión	La capacidad de la vegetación para prevenir o reducir la incidencia de la erosión del suelo.
Regulación y mantención (biótica)	Amortiguamiento y atenuación de movimientos en masa	Capacidad de la vegetación para prevenir o mitigar la extensión y la fuerza de aluviones
Regulación y mantención (biótica)	Regulación del ciclo hidrológico y los flujos de agua	Bosque nativo que capta agua y regula ciclo hidrológico. Cordillera y zonas de altitud donde el agua se hace hielo y/o glaciar, regulando los ríos aguas abajo.
Regulación y mantención (biótica)	Protección del viento	Bosques, cetos, cercos verdes que actúan como rompevientos
Regulación y mantención (biótica)	Protección del fuego	Capacidad de los ecosistemas para reducir la frecuencia, la propagación o la magnitud de los incendios. Humedal entre bosques o cinturón de fuego en un bosque que contiene especies de baja combustibilidad)
Regulación y mantención (biótica)	Polinización (o dispersión de gametos en el mar)	Hábitat para polinizadores nativos

Regulación y mantención (biótica)	Dispersión de semillas	Aves y otros animales que dispersan semillas
Regulación y mantención (biótica)	Mantenimiento de poblaciones juveniles y hábitats (incluida la protección del pool genético)	Zonas de reproducción de especies
Regulación y mantención (biótica)	Control de pestes (incluyendo especies invasoras)	Hábitat para agentes nativos que controlan plagas
Regulación y mantención (biótica)	Control de enfermedades	Hábitat para agentes nativos que controlan plagas
Regulación y mantención (biótica)	Meteorización y su efecto en la calidad del suelo	Liberación de nutrientes inorgánicos en campos cultivados, zonas rocosas expuestas a agentes erosivos (formación de suelos)
Regulación y mantención (biótica)	Procesos de descomposición y fijación y su efecto en la calidad del suelo	Descomposición de residuos de plantas; fijación de Nitrógeno por legumbres, "tierra de hoja"
Regulación y mantención (biótica)	Regulación de la condición química de las aguas dulces mediante procesos bióticos	Uso de zonas riparianas a lo largo de cursos de agua para eliminar nutrientes en la escorrentía. Regulación del oxígeno disuelto por biota acuática.
Regulación y mantención (biótica)	Regulación de la composición química de la atmósfera y los océanos	Secuestro de carbono por la vegetación, regulación del oxígeno atmosférico, entre otros.

Regulación y mantención (biótica)	Regulación de la temperatura y la humedad, incluyendo ventilación y transpiración	Enfriamiento por evaporación proporcionada por áreas verdes.
--	---	--

Servicios ecosistémicos CULTURALES

Sección	Clase	Ejemplo
Cultural (Biótico)	Características de los sistemas vivos que permiten actividades a través de interacciones activas o inmersivas	Ecosistemas aptos para bucear, nadar, esalar, esquiar, etc.
Cultural (Biótico)	Características de los sistemas vivos que permiten actividades a través de interacciones pasivas u observacionales	Observación de aves, ballenas, focas o reptiles en su entorno natural. Paseos por un bosque. Lugares de valor escénico para fotografías de naturaleza, etc. Safari (sin cacería)
Cultural (Biótico)	Características de los sistemas vivos que permiten la investigación científica	Lugar de especial interés científico
Cultural (Biótico)	Características de los sistemas vivos que permiten la educación y el entrenamiento	Lugar de especial interés científico y educativo
Cultural (Biótico)	Características de los sistemas vivos que son importantes en	Humedal del Río Cruces, Portada de Antofagasta, Torres del Paine, Monumentos Naturales, etc.

	términos de cultura o herencia	
Cultural (Biótico)	Características de los sistemas vivos que permiten experiencias estéticas	Área de excepcional belleza natural
Cultural (Biótico)	Elementos de los sistemas vivos que tienen un significado simbólico	Huemul, cóndor, copihue, cisnes de cuello negro, etc.
Cultural (Biótico)	Elementos de los sistemas vivos que son sagrados o con significado religioso	Canelo, Araucaria, Gato Andino, Zorro culpeo, Cóndor.
Cultural (Biótico)	Elementos de los sistemas vivos usados para entretenimiento o representación	Cría de aves nativas para canto, cotos de caza,
Cultural (Biótico)	Características o formas de los sistemas vivos que tienen valor de existencia	Torres del Paine, Portada de Antofagasta, Punta de Choros,
Cultural (Biótico)	Características o formas de los sistemas vivos que tienen un valor de legado	Especies o ecosistemas en peligro de extinción

ANEXO 2 Entrevista cualitativa a comunidades locales

Las preguntas a ser abordadas se presentan a continuación:

1. ¿Puede describir a su comunidad o localidad?, ¿tienen intereses diferentes?, ¿o en general hay un objetivo común?,
2. ¿Hay algo como comunidad que deseen mantener?, ¿se han organizado al respecto? ¿qué buscan al organizarse?
3. ¿Puede describirnos su territorio o el lugar donde habita?, ¿cómo es? ¿qué hay?
4. ¿Podría contarnos por qué es relevante para Usted mantener este lugar?, ¿qué es lo más importante de este lugar para Usted? ¿Le gustaría que algo cambiara?
5. ¿Cuándo escucha la frase: vegetación de este lugar ¿qué ideas vienen a su cabeza? ¿qué imágenes se conforman?
6. ¿Cuál es su relación con la vegetación de este lugar?
7. ¿Qué plantas (o vegetación) ¿Usted usa, valora o disfruta en este lugar?, ¿dónde están esas plantas?
8. ¿Qué plantas se usan todo el año?, ¿para qué las usa?
9. ¿Qué plantas se utilizan sólo en una época del año? ¿para qué las usa?
10. ¿Qué plantas usa o disfruta cada semana? ¿para qué las usa?
11. ¿Qué plantas se usan sólo cuando se necesitan? ¿para qué las usa?
12. ¿Hay alguna planta que se use en alguna ocasión especial (celebración, tradición)?, ¿cómo se utiliza en estas instancias? (indicar que pueden ser plantas que pudo haber mencionado anteriormente).
13. ¿Podría explicarnos cómo accede a las plantas que mencionó anteriormente?, ¿se realiza individualmente o en términos colectivos?, ¿cómo es el acceso, hay normas, leyes o responsabilidades que cumplir?, ¿frente a quien se deben cumplir estas responsabilidades?
14. ¿Observa cambios en la vegetación del lugar en los últimos 20 años?, ¿cuáles? ¿cuáles son las causas y los actores causantes?, ¿siente algún nivel de responsabilidad en estos cambios?, ¿sobre qué plantas o formaciones vegetales observa particularmente estos cambios?
15. ¿Qué responsabilidades tiene Usted y su comunidad respecto al uso de la vegetación? ¿y respecto otros usos? ¿Cómo protegen como comunidad o individualmente la vegetación? ¿Tienen alguna norma no escrita?

16. ¿Qué plantas le interesa proteger más, por qué?, ¿dónde están aquellas que le interesa proteger?, ¿cómo las puede proteger o cree que deben ser protegidas?

17. En términos generales, ¿qué otros cambios han notado en su territorio en los últimos 20 años?, ¿qué cosas (hitos) están produciendo cambios en su territorio y/o en la zona?, ¿cómo le está afectando esto?

18. ¿Qué responsabilidad siente Usted que tiene con los cambios observados?,

19. ¿Cómo ha aprendido todo lo que Usted sabe de las plantas y vegetación de este lugar?, ¿siempre ha sido así?, ¿se ha capacitado formalmente?

20. ¿Cómo definiría su participación en temas de gestión del territorio?, ¿Se ha capacitado en temas de conservación de la vegetación?, ¿y en temas legales relacionados a ella?

21. ¿Cómo se imagina este lugar en el futuro?, ¿qué cree que ocurrirá?, ¿cómo le gustaría verlo en un futuro?

22. Otras preguntas:

22.1 ¿Qué otras actividades económicas realizan?, ¿tiene ganado?

23.1. ¿Desea agregar algo que le parezca relevante y no le hayamos preguntado?

24. Preguntas sociodemográficas:

24.1 ¿Puede indicarnos su ocupación principal, edad?

24.3 ¿Cómo se llama la comunidad a la cual pertenece?, ¿tiene algún liderazgo en su comunidad?

25. ¿Podría recomendar a alguien que pueda interesarle responder estas preguntas?, tiene su contacto?

Anexo 3. Cálculos indicador conglomerado (IND_CO)

REGI ÓN	PROVIN CIA	COMUNA	Valor IND_CO (ha)							
			0,2	0,4	0, 5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
ARICA Y PARINACOTA	Arica	Arica						8.85 9	2.264	
		Camarones					106	18.7 27	73.45 8	
	Parinacota	General Lagos						227		
		Putre	758				9.32 7	3.702	9.37 4	87.19 6
TARAPACA		Camina						592	233	796
		Colchane					4.19 4	809	337	76.27 8
	Iquique	Huara	143	10.27 4			3.69 7	649		33.33 8
		Iquique	356							
		Pica		4.234		19.2 73	3.53 4	2.326	1.10 3	48.33 2
		Pozo Almonte		18.29 8				31	2.06 6	
ANTOFAGASTA	Antofagasta	Antofagasta		1.362				38.43 3		
		Mejillones	2.47 4	12.07 9			17.6 64		10.5 69	142
		Calama	1.96 6				1.05 1	29.96 6		49.75 3
	El Loa	Ollague						1.470		30.98 8
		San Pedro Atacama	285	84.55 8	82 7	12.8 86	5.07 1	359.0 19		327.9 10
	Tocopilla	Tocopilla								
		María Elena					2.43 1			
Total general			5.9 81	130.8 05	82 7	32.1 59	46.9 69	437.1 03	51.4 93	730.4 55

REGIÓN	PROVINCIA	COMUNA	Valor IND_CO (ha)									
			1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
ARICA Y PARINACOTA	Arica	Arica	36.070		4.480					23.650		
		Camarones	20.111		100		13.828				592	
	Parinacota	General Lagos	4.075				10.263		11.869			
		Putre	7.696		22.066		14.717		32.107	703	132.600	8.192
	TARAPACA	Iquique	Camina	771				755		11.875	15.561	
Colchane			19.768		9.074	1.050	10.785	842	3.402	285	4.383	
Huara			47.180		27.583	543	40				178	868
Iquique								922				
Pica			53.354		57.232		17.488		12.792			
Pozo Almonte			16.331		34.866	2.569	2.823		0			
Antofagasta			61.567	52	23.625		9.663	34		691		
ANTOFAGASTA	Antofagasta	Mejillones	43.505	176	1.522	7.370		23.221	7.885	2.055		
		Calama	79.103		81.617	3.251	22.625	11.950	18.365			
	El Loa	Ollague	3.838		35.691							
		San Pedro de Atacama	29.470	12.536	44.113		553		44.545			
	Tocopilla	Tocopilla						3.424				
		María Elena										
Total general			5.981	422.839	12.764	341.969	14.783	103.542	40.392	158.606	138.443	

REG IÓN	PROVINCIA	COMUNA	Valor IND_CO (ha)									
			2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0
ARICA Y PARINACOTA	Arica	Arica			23			1.289				
		Camaron es	170						70		4.681	
	Parinacota	General Lagos			10.964		73.788		2.674		14.318	
		Putre	5.144	1.897	8.135	4.630	17.443	23.144	10.765	2.725	19.303	3.086
TARAPACA	Iquique	Camina				2.229	633		4.911		4.538	
		Colchane	9.827	335	56.038	1.555	70.933		44.759		8.387	
		Huara			144	1.368	454		38.925		5.768	
		Iquique										
		Pica		6.830	26.143		56.177		109.498		16.691	
		Pozo Almonte			445		3.054		10.647			
ANTOFAGASTA	Antofagasta	Antofagasta							11.455			
		Mejillones										
	El Loa	Calama							74.671		34.681	
		Ollague										
		San Pedro Atacama	9.710		31.475		1.856		49.873		60.233	
	Tocopilla	Tocopilla										2.910
		María Elena							9			
Total general			24.851	9.062	133.367	9.781	224.338	24.433	358.259	2.725	168.600	5.996

REGI ÓN	PROVIN CIA	COMUNA	Valor IND_CO (ha)				Total General Comunal (IND_CO [0, 4])
			3,2	3,3	3,4	3, 6	
ARICA Y PARINACOTA	Arica	Arica					76.635
		Camarones		175			132.018
	Parinacota	General Lagos	56.5 80				186.002
		Putre	17.8 49	6.65 3		83 0	450.183
TARAPACA		Camina					42.896
		Colchane		1.01 6		14 0	330.725
	Iquique	Huara					176.121
		Iquique					1.278
		Pica					435.007
		Pozo Almonte					91.131
ANTOFAGASTA	Antofagasta	Antofagasta					146.883
		Mejillones					128.661
	El Loa	Calama			3.43 0		412.428
		Ollague					71.987
		San Pedro Atacama					1.075.531
	Tocopilla	Tocopilla					6.333
María Elena						2.440	
Total general			74.4 29	7.8 44	3.4 30	97 0	3.766.260

