

PLAN DE RECUPERACIÓN, CONSERVACIÓN Y GESTIÓN DEL QUEULE

Gomortega keule (Molina, 1782) Baill., 1869



Mayo 2022

Versión aprobada por el Comité de Planes

TABLA DE CONTENIDOS

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	METODOLOGÍA DE ELABORACIÓN DEL PLAN	1
3.	GESTIÓN EN CONSERVACIÓN	2
4.	ESTADO DE CONSERVACIÓN Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN	2
5.	ANTECEDENTES GENERALES	4
5.1	Taxonomía	4
5.2	Descripción de la especie	4
5.3	Reproducción	5
	Reproducción sexual	5
	Reproducción asexual	5
5.4	Distribución geográfica: extensión de la presencia (EOO), área de ocupación (AOO) y subpoblaciones	5
5.4.1	Identificación de subpoblaciones	8
5.4.2	Tamaño poblacional	8
5.4.3	Caracterización de los ecosistemas con presencia de queule	8
5.4.4	Grado de fragmentación de la población de queule en la Región del Biobío	9
5.5	Análisis genético	10
5.5.1	Diversidad genética de <i>G. keule</i>	11
5.5.2	Número de poblaciones ancestrales y mapa genético-adaptativo de <i>G. keule</i>	11
5.6	Servicios ecosistémicos	13
6.	DIAGNÓSTICO DE LOS FACTORES DE AMENAZA Y SUS EFECTOS	14
6.1	Identificación y priorización de amenazas	14
6.2	Amenazas	16
6.2.1	Incendios Forestales	16
6.2.2	Plantaciones de Pino y Eucalipto	18
6.2.3	Proyectos de inversión	19
6.2.4	Malas prácticas agrícolas, ganaderas y forestales	21
6.2.5	Presencia de ganado	21
6.2.6	Extracción de tierra de hoja con fines comerciales	21
6.2.7	Colecta inadecuada de frutos y semillas	22
6.2.8	Corta ilegal	22

7. ACTORES RELEVANTES	24
8. VISIÓN	25
9. META DEL PLAN	25
10. ALCANCE TERRITORIAL DEL PLAN	25
11. OBJETIVOS DEL PLAN	26
12. ESTRUCTURA DEL PLAN DE ACCIÓN	27
12.1 Líneas de acción por objetivos e indicadores de seguimiento	27
12. 2 Actividades por línea de acción	31
13. GRUPO DE SEGUIMIENTO, PROCEDIMIENTOS Y PERIODOS DE EVALUACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN	44
14. COSTOS ESTIMADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN	45
15. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
16. ANEXOS	49
16.1 Grupo de Elaboración de acuerdo a la Resolución Exenta N° 1367 del 9 de noviembre del 20 de noviembre del 2020 y la Resolución Exenta N° 1119 del 30 de septiembre agosto de 2021:	49
16.2 Grupo de redacción	50
16.3 Cronograma de acciones por año de ejecución del Plan RECOGE de <i>Gomortega queule</i>	51

1. INTRODUCCIÓN

La presente propuesta de Plan de Recuperación, Conservación y Gestión del Queule (*Gomortega keule*), es una iniciativa que surge del Proyecto Iniciativa Conservación de Especies Amenazadas ejecutada por el Ministerio del Medio Ambiente (MMA), implementada por la Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), con financiamiento del Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF). Este plan responde a los lineamientos del Ministerio del Medio Ambiente en el marco del Reglamento de Planes de Recuperación, Conservación y Gestión de Especies (DS N°1/2014 del Ministerio del Medio Ambiente).

El presente documento es producto de un trabajo colectivo surgido del trabajo mancomunado de las instituciones públicas y privadas, ONGs y Universidades que conforman el Grupo de Elaboración del Plan (GE) (Anexo 14.1). Este fue constituido el año 2020 mediante la Resolución Exenta N° 1.367 del 9 de diciembre de 2020 que dio inicio al proceso de elaboración del Plan de RECOGE del Queule.

Este plan asume el desafío de implementar acciones de conservación de manera integrada, con la participación y coordinación de todos los sectores, con sus respectivas responsabilidades y competencias. En este sentido, se destaca el interés y preocupación de diversas instituciones públicas y privadas en la conservación de esta especie. Con esta amplia participación el Plan RECOGE de Queule, coordinará los esfuerzos que permitan disminuir las amenazas y mejorar el estado de conservación de esta relevante especie endémica.

2. METODOLOGÍA DE ELABORACIÓN DEL PLAN

Este Plan de Recuperación, Conservación y Gestión del queule, árbol endémico, y clasificado como En Peligro¹, está estructurado de acuerdo a los lineamientos del Ministerio del Medio Ambiente, en el marco del Reglamento para la Elaboración de Planes de Recuperación, Conservación y Gestión de Especies (Decreto Supremo N°1/2014 del Ministerio del Medio Ambiente). Fue elaborado en el marco de las funciones que el Reglamento establece para el Grupo de Elaboración. Sus integrantes fueron nombrados por la Resolución Exenta N° 1367 del 9 de diciembre del 2020 que da inicio al proceso de elaboración del presente Plan. El grupo de elaboración se reunió en 8 sesiones de forma remota. Se invitó a los integrantes a sumarse voluntariamente a un grupo de apoyo que tuvo la tarea de reunir antecedentes y analizar las propuestas de acción, a este grupo se le llamó grupo de redacción y también se reunió en otras 8 sesiones de forma remota. Los temas que propuso el grupo de redacción se llevaron al Grupo de Elaboración para consenso (Anexo 14.2).

La elaboración del plan RECOGE, se basó en la Metodología de Planificación de Estándares Abiertos para la Práctica de la Conservación (CMP, 2020). Esta metodología se compone de diferentes fases siendo principalmente las denominadas como “Evalúe” y “Planifique” las que fueron desarrolladas en el proceso de elaboración del plan.

¹ DS 151/2007 MINSEGPRES

3. GESTIÓN EN CONSERVACIÓN

El queule fue declarado el año 1995 monumento natural² a través del Decreto Exento N°13 del Ministerio de Agricultura. En el mismo año se creó la Reserva Nacional Los Queules, bajo la administración de la Corporación Nacional Forestal (CONAF). Esta reserva está ubicada en la comuna de Pelluhue (Región del Maule, provincia de Cauquenes) y cuenta con una superficie de 147 hectáreas de hábitat de esta especie. Posteriormente, en el año 2005, la Corporación Nacional Forestal (CONAF), en un esfuerzo por realizar acciones efectivas de conservación para la especie, elaboró, en conjunto con otras instituciones públicas y privadas, el primer “Plan Nacional de Conservación del Queule, *Gomortega keule* (Mol.) Baillon, en Chile” con el objetivo de “conservar *in situ* la diversidad genética de las poblaciones de queule y desarrollar acciones destinadas a su recuperación, tanto en terrenos fiscales como privados” (Villa y Benoit 2005). Sin embargo, se registra poco avance en el cumplimiento de los objetivos específicos, lográndose resultados en solo dos de los cinco objetivos planteados.

4. ESTADO DE CONSERVACIÓN Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Esta especie se encuentra clasificada en la categoría “En Peligro (EN)” para toda su distribución, según el Reglamento de Clasificación de Especies (RCE) (DS 151/2007 Ministerio de Secretaría General de la Presidencia). Esta clasificación “En Peligro (EN)”, responde a los criterios A2ace; B1ab(i,ii,iii,iv,v)+2ab(i,ii,iii,iv,v); C1+2a(i); D”³. La interpretación de esta evaluación indica que la especie se encuentra En Peligro debido a: (i) una reducción del tamaño de la población de al menos un 30% en 10 años o tres generaciones, determinado por observación directa, por una reducción del área de ocupación, extensión de presencia y/o calidad del hábitat, y por taxones introducidos; (ii) la extensión de la presencia de queule es menor a 5.000 km² y un área de ocupación menor a 500 km², la población está severamente fragmentada y presenta una disminución continua en estos dos subcriterios, además de la calidad del hábitat, número localidades o subpoblaciones y en el número de individuos maduros; (iii) el número de individuos maduros es menor a 2.500, sometido a una disminución continua y con menos de 250 individuos maduros en cada subpoblación; y (iv) es considerada una población muy pequeña o restringida.

A continuación, se definen algunos conceptos clave de los criterios de clasificación de la UICN⁴ que son aplicados en la elaboración del presente Plan de RECOGE de queule:

Subpoblación: son los grupos de la población que están separados geográficamente o por otro factor, y entre las cuales hay muy poco intercambio genético o demográfico (típicamente, un individuo o gameto migratorio exitoso al año, o menos).

² Decreto N°531/1967 del Ministerio de Relaciones Exteriores señala que se entenderá por MONUMENTOS NATURALES: Las regiones, los objetos o las especies vivas de animales o plantas de interés estético o valor histórico o científico, a los cuales se les da protección absoluta. Los Monumentos Naturales se crean con el fin de conservar un objeto específico o una especie determinada de flora o fauna declarando una región, un objeto o una especie aislada, monumento natural inviolable excepto para realizar investigaciones científicas debidamente autorizadas, o inspecciones gubernamentales.

³ Comité de Estándares y Peticiones de la UICN. 2019. Directrices de uso de las Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN. Versión 14. Preparado por el Comité de Estándares y Peticiones. Disponible en <https://www.iucnredlist.org/es/resources/redlistguidelines>.

⁴ <https://www.iucnredlist.org/es/resources/redlistguidelines>

Localidad: se define como un área geográfica o ecológica distintiva en la cual un solo acontecimiento amenazante puede afectar rápidamente a todos los individuos del taxón presente. El tamaño de una localidad depende del área cubierta por la amenaza y puede incluir parte de una o muchas subpoblaciones del taxón. Cuando una especie se encuentra amenazada por más de un factor, la localidad debería ser definida en base a la amenaza potencial más seria.

Si en una misma zona hay dos o más subpoblaciones que pueden verse amenazadas por uno de estos eventos amenazantes, se contabilizarán como una sola localidad. Y, al contrario: si una única subpoblación ocupa una zona de extensión mayor que la que podría verse afectada por un solo evento, se contará como 0 más de una localidad.

Fragmentación severa: El concepto 'severamente fragmentado' se refiere a aquella situación en la que los riesgos de extinción del taxón aumentan como resultado de que la mayoría de los individuos se encuentran en subpoblaciones pequeñas y relativamente aisladas (en ciertas circunstancias esto se puede inferir a partir de información sobre el hábitat). Estas pequeñas subpoblaciones pueden extinguirse con una probabilidad reducida de recolonización. Para cumplir este criterio, más de la mitad de los individuos debe encontrarse en fragmentos aislados y pequeños (o más de la mitad de la superficie de hábitat ocupado debe estar constituida por este tipo de fragmentos).

Individuos maduros: se contabiliza el número conocido, estimado o inferido de individuos capaces de reproducirse.

Para estimar este número, hay que tener en cuenta las siguientes recomendaciones de la UICN:

- Como norma general, el rameto, es decir la entidad más pequeña capaz de sobrevivir de forma autónoma y de reproducirse (sexual o asexualmente), debe ser considerado como un individuo maduro.
- Las unidades reproductoras dentro de un clon deben ser contadas como individuos, excepto cuando dichas unidades sean incapaces de sobrevivir por sí solas. Por ejemplo: cuando el organismo presenta unidades claramente distinguibles, cada unidad debe contabilizarse como un individuo maduro. En principio, se debe contabilizar como un individuo maduro la menor de las entidades (rameto) en que puede dividirse un organismo sin causarle la muerte ni impedir su reproducción.
- Individuos maduros que nunca producirán descendientes no se deberían contar (p. ej. cuando las densidades son muy bajas para la fertilización).
- Cuando el tamaño de la población fluctúa, debe usarse el tamaño estimado más bajo. En la mayoría de los casos este será mucho menor que la media.
- En el caso de taxones que pierden de forma natural todos o una parte de los individuos maduros en algún momento de su ciclo de vida, la estimación debería hacerse en el momento apropiado, es decir, cuando los individuos maduros están disponibles para la reproducción.

De acuerdo con esta definición, queule suele crecer de manera modular con varias unidades reproductoras. El crecimiento de un organismo modular no termina nunca y no tiene una forma, tamaño o edad finales. A veces, un organismo modular (la colonia clonal o geneto) consta de varias partes (rametos) que pueden estar más o menos aisladas entre sí.

5. ANTECEDENTES GENERALES

5.1 Taxonomía

El nombre científico usado actualmente para la especie es *Gomortega keule* (Molina) Baill y fue discutido por Espinosa (1948) ⁵. Este nombre aparece como válido de acuerdo con el Código Internacional de Nomenclatura para Algas, Hongos y Plantas (Código de Shenzhen 2017), en el catálogo de Rodríguez et al (2018) ⁶. El queule pertenece a una familia monotípica, lo que quiere decir que es el único representante (la única especie) viva de la familia Gomortegaceae. Esta familia pertenece al orden Laurales, considerado hoy un linaje muy antiguo y con características arcaicas dentro de las angiospermas o plantas con flores. Desde el punto de vista evolutivo esto significa que el queule es portador de información genética y de un ensamble de características adaptativas que no están presentes en ningún otro ser vivo. La combinación de información genética y de estrategias adaptativas del queule fueron modeladas en el transcurso de millones de años de evolución. Se han encontrado fósiles de madera que corresponderían a la familia Gomortegaceae con una edad de 20-25 millones de años (Nishida *et al.* 1989), aunque el origen de la familia tendría cerca de 100 millones de años según sugieren algunos estudios genéticos (Renner 2005), en línea con el hallazgo de una flor fosilizada en ámbar, atribuida a un grupo de plantas afín a esta familia (Crepet *et al.* 2016). El queule no sólo es una especie que representa por sí sola la sobrevivencia de un antiguo linaje evolutivo, sino también un componente importante dentro de un ecosistema con biodiversidad de importancia mundial (hotspot) y altamente amenazado, en el que se encuentran numerosas especies endémicas que sobrevivieron a las glaciaciones el Pleistoceno en los refugios biológicos de la Cordillera de la Costa de nuestro país.

5.2 Descripción de la especie

El queule es un árbol siempreverde. Al igual que el canelo, es pariente de las primeras plantas con flores que aparecieron en el planeta. Su data se estima hace unos 100 millones de años (Período Cretácico), por lo que se le considera un fósil viviente (FAO, 2021). Eso quiere decir que es depositaria de información genética propia e irrepetible, desarrollada y adaptada a su hábitat a través de millones de años de evolución (Muñoz 2018).

Puede alcanzar entre 15 y 28 metros de altura, con un diámetro promedio entre 15 cm y 60 cm, aunque también se han descrito individuos con más de 1 m de diámetro y alturas superiores a 30 metros. En la etapa juvenil los individuos presentan un crecimiento de sus ramas de tipo monopódico, mientras que en los adultos es simpódico (Serra *et al.*, 1986; Le Quesne y Stark, 2006), es decir, las ramas laterales se desarrollan más que el eje principal o incluso éste deja de crecer. El tronco presenta un color gris ceniza, rugoso y con fisuras longitudinales superficiales en individuos adultos. Las hojas son simples, enteras, de forma oblongo lanceoladas y se disponen de forma opuesta. Las láminas son de 5-12 x 2-4,5 cm (Le Quesne & Stark 2006).

Es una especie monoica, posee flores hermafroditas que se agrupan en número de 3 a 9, en inflorescencias terminales o axilares. Cada flor mide entre 5 y 7 mm de diámetro y posee de 5 a 9 tépalos formados en espiral de color verde blanquecino. Ha llamado la atención la gran variabilidad de las partes florales del queule, la que corresponde a una característica ancestral común presente

⁵ Espinosa M (1948) Estudios botánicos 2, Nomenclatura del queule. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural 24:52-79.

⁶ Rodríguez R et al. (2018) Catálogo de las plantas vasculares de Chile. Gayana Botánica 75(1):1-430.

entre las primeras angiospermas, como lo son los órdenes de los Magnoliales, Laurales y Canellales (Le Quesne y Stark, 2006). Su fruto es una falsa drupa oblonga de color amarillo una vez maduro, de 3,5-7 cm de largo y 2-5 cm de diámetro (Le Quesne y Stark, 2006), siendo uno de los más grandes de la flora nativa chilena y muy utilizado para consumo humano. El fruto en su interior tiene un endocarpo leñoso muy duro que contiene entre 1 y 3 semillas pequeñas (10-14 mm).

5.3 Reproducción

Reproducción sexual

La floración y la maduración de los frutos del queule ocurre en otoño, entre marzo y abril. Se ha observado que durante el invierno el queule sufre la pérdida de parte de sus flores a causa de los vientos, lluvias y bajas temperaturas (San Martín 2005).

Los frutos y flores se pueden observar de forma simultánea en algunas ramas y en diferentes estados de desarrollo durante todo el año (Ruiz & Pavon 1798, Le Quesne & Stark 2006), sugiriendo que la maduración completa del fruto requiere más de una temporada (Rodríguez 1988, Riedemann & Aldunate 2003, Le Quesne & Stark 2006). La polinización de las flores de queule es realizada principalmente por insectos, siendo los sírfidos los vectores que transportan mayor cantidad de polen (Lander *et al.* 2009). Luego de la polinización (abril-mayo), los frutos comienzan a desarrollarse entre agosto y septiembre y aumentan paulatinamente de diámetro. Sólo después de 22 a 24 meses desde la floración, los frutos desarrollan su color amarillo, maduran y caen (Muñoz-Concha & Saud 2011).

En la reproducción sexual el punto más crítico detectado por el Grupo de Elaboración se refiere a que es evidente que escaso reclutamiento de nuevos individuos, a pesar de que se observa producción de frutos y semillas. Esta observación requiere de estudios dirigidos a encontrar los factores que están determinando el bajo reclutamiento. En este caso si bien es un factor que afecta negativamente la conservación de esta especie, la endogamia no sería tan relevante en un proceso de extinción debido a que tiene un ciclo de vida largo, sin embargo, es un factor que se debe monitorear.

Reproducción asexual

Se considera que la capacidad para rebrotar (reproducción vegetativa) de queule es bastante buena, es decir un individuo que ha sido dañado o cortado normalmente es capaz de producir nuevos brotes. Gracias a que tiene la capacidad de rebrotar abundantemente desde la base del tronco, ha podido sobrevivir y mantenerse en lugares alterados (Muñoz, 2018).

5.4 Distribución geográfica: extensión de la presencia (EOO), área de ocupación (AOO) y subpoblaciones

El rango actual de distribución de la especie abarca las regiones del Maule, Ñuble y Biobío principalmente en las quebradas húmedas de la ladera occidental de la Cordillera de la Costa (Villagrán *et al.*, 1998; Le Quesne & Stark 2006), desde la provincia de Cauquenes (35°47'S) hasta la provincia de Arauco en la Cordillera de Nahuelbuta (37°41'S) (Figura 1).

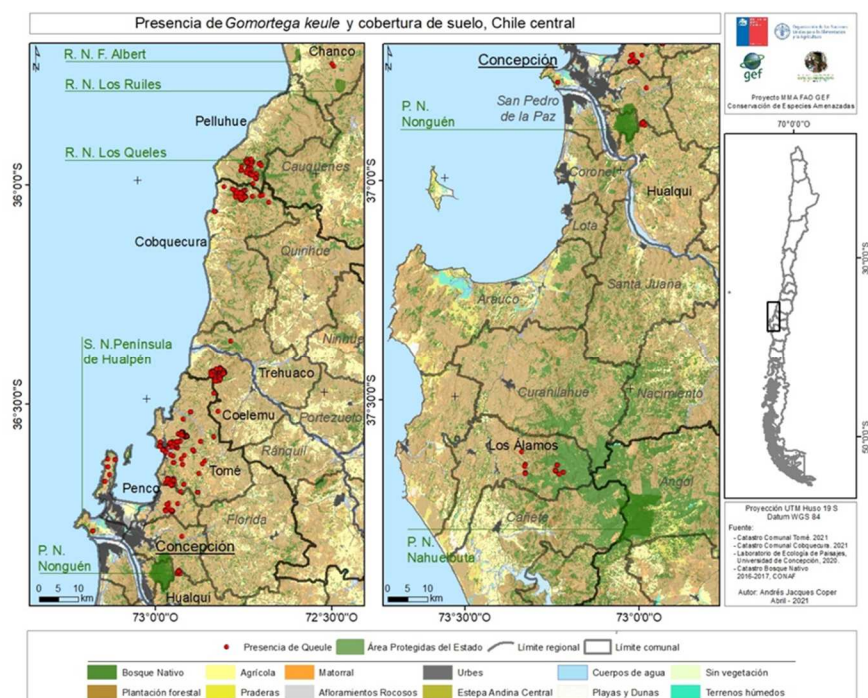


Figura 1. Puntos de distribución queule en las regiones Maule, Ñuble y Biobío (Proyecto GEF especies amenazadas 2020).

En el año 2008 el cálculo de la extensión de la presencia (EOO) fue de 6.592,8 km². Posteriormente, en el marco del proyecto “*Estudio de prospección de la especie Gomortega keule e identificación del grado de amenaza en las regiones de Maule, Ñuble y Biobío*” (LEP y FAO-MMA, 2020) y con el fin de evaluar el estado de conservación actual de la especie, se prospectaron 48 puntos potenciales de presencia de esta especie. Con la información actualizada se calculó nuevamente la EOO, revelando una superficie de 4.392,5 km², lo que indica una reducción de un 33,3% respecto al año 2008. En cuanto al área de ocupación (AOO), usando una grilla de 1 km², se obtuvo un valor de 86 km².

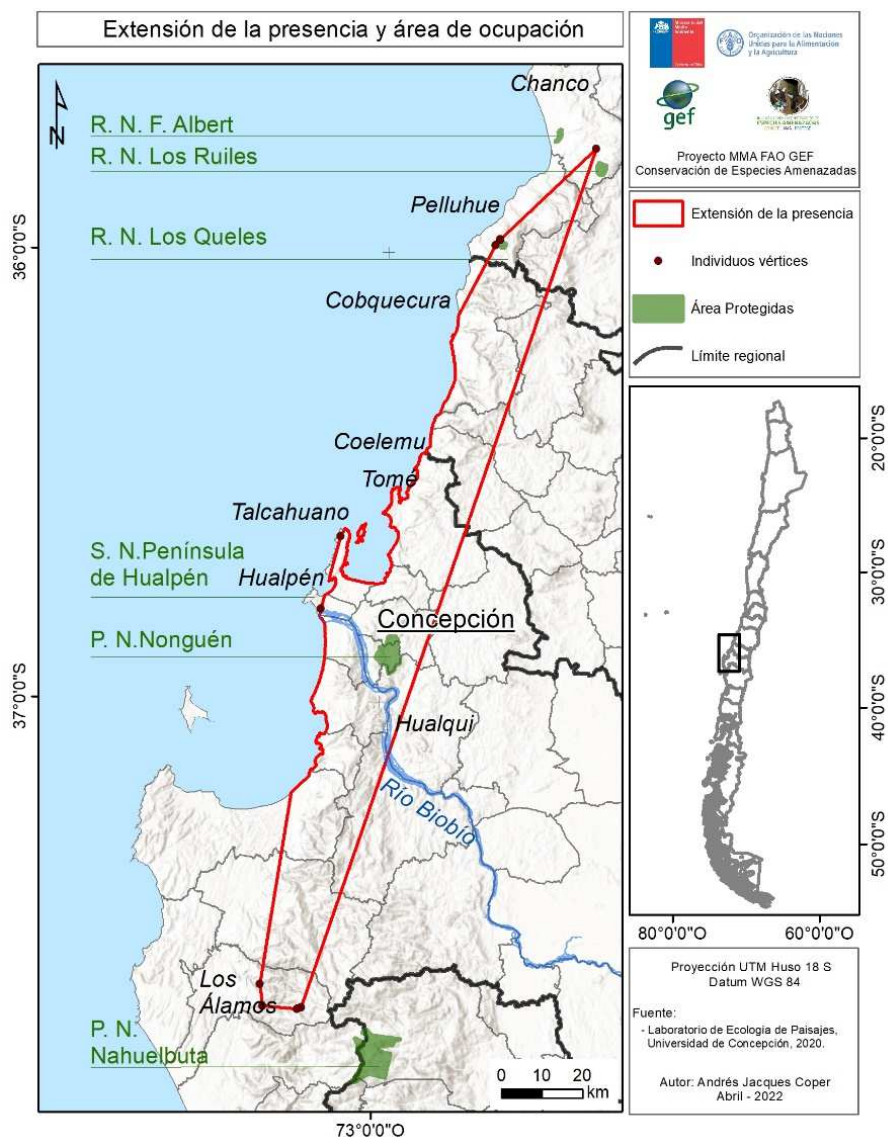


Figura 2. Extensión de la presencia (4.392,5 km²) y área de ocupación (86 km²) para la especie *G. keule* (Informe LEP-UDEC, 2019. Proyecto GEF especies amenazadas 2020).

Se estima que un 60% estaría en terrenos de propiedad de empresas forestales (Arauco, Mininco y Masisa) así como de la Armada de Chile (Talcahuano) y el 40% restante en predios de pequeños propietarios en las comunas de Pelluhue, Chanco, Cobquecura, Coelemu, Tomé, Penco, Florida, Concepción, Hualqui, Los Álamos, Hualpén, Chiguayante y San Rosendo. La especie cuenta con territorio de ocurrencia protegido únicamente en la Reserva Nacional Los Queles (Pelluhue, Maule), con sólo 150 ha⁷.

⁷ Food and Agriculture Organization (FAO). FAO/GLOBAL ENVIRONMENT FACILITY PROJECT DOCUMENT "Mainstreaming conservation and valuation of critically endangered species and ecosystems in development-frontier production landscapes in the regions of Arica y Parinacota and Biobío". (2016). Chile

La clasificación de la vegetación natural del país propuesta por Luebert & Pliscoff (2017), que incorpora aspectos bioclimáticos además del gradiente altitudinal permite ubicar las subpoblaciones del queule en 5 pisos de vegetación en su área de distribución (Tabla 1)

Tabla 1. Pisos vegetacionales con presencia de queule por localidad

Piso vegetacional	Comunas
Bosque caducifolio mediterráneo costero de <i>Nothofagus glauca</i> y <i>Persea lingue</i> .	Pelluhue, Cauquenes, Cobquecura.
Bosque caducifolio mediterráneo-templado costero de <i>Nothofagus obliqua</i> y <i>Gomortega keule</i> .	Penco, Concepción, Tomé, Hualqui, Coelemu.
Bosque caducifolio templado costero de <i>Nothofagus alpina</i> y <i>Persea lingue</i> .	Los Álamos.
Bosque esclerófilo mediterráneo costero de <i>Lithrea caustica</i> y <i>Azara integrifolia</i> .	Penco, Tomé, Talcahuano, Hualpén, Concepción.
Bosque mixto templado costero de <i>Nothofagus dombeyi</i> y <i>N. obliqua</i> .	Los Álamos

5.4.1 Identificación de subpoblaciones

Una primera aproximación a la identificación de subpoblaciones se llevó a cabo considerando la segregación de sitios mediante un análisis de la distribución geográfica de los puntos de presencia colectados mediante el método “alpha hull” (Burgman & Fox 2003; Edelsbrunner et al. 1983).

A partir del análisis *alfa hull* realizado por el Laboratorio de Ecología del Paisaje se determinó la existencia de 10 subpoblaciones distribuidas en las regiones del Maule, Ñuble y Biobío. La mayor cantidad de subpoblaciones se concentran en la Provincia de Concepción. La extensión de la superficie que abarca cada una de estas subpoblaciones es variable, siendo las de mayor tamaño aquellas ubicadas en las comunas de Cobquecura, Coelemu y Tomé.

5.4.2 Tamaño poblacional

El 2019 se cuantificó el tamaño poblacional mediante observación directa, así como también la estimación del tamaño de los fragmentos de bosques nativos con presencia de la especie para la región del Biobío y Ñuble (LEP-CONAF Región del Biobío, 2020). Se registró un tamaño poblacional total de 1.516 individuos de queule. El número de individuos adultos (> 5 cm dap y > 2 m altura) observados en toda su distribución fue de 1.483, de éstos 720 son maduros (LEP & FAO-MMA, 2020). En este caso, se siguió los estándares de la IUCN para cuantificar individuos maduros como unidades reproductoras independientes cuando la especie se presentaba en módulos.

5.4.3 Caracterización de los ecosistemas con presencia de queule

El 77 % de los puntos de presencia de queule en la región del Biobío, se encuentran en plantaciones forestales, seguido por un 12,3% en bosque nativo secundario (LEP-CONAF Región del Biobío, 2020). Adicionalmente, solo un 12% de los puntos de presencia de queule ocurren en bosques nativos y un

88% en plantaciones forestales en las regiones del Biobío y Ñuble (Anabalón 2020)⁸. Se puede decir que menos de la mitad de los individuos de queule se encuentran en su hábitat.

5.4.4 Grado de fragmentación de la población de queule en la Región del Biobío

Al año 2020, queule se encontraba presente en un total de 20 fragmentos de bosque nativo; nueve de estos no superaron media hectárea de superficie. De los 11 fragmentos >0,5 ha, la mayoría tenía un tamaño reducido entre 0,5 y 10 ha. No se evidenció la presencia de la especie en fragmentos continuos de bosque nativo mayores a 10.000 ha.

Estudios recientes revelan que, en la actualidad, la especie ocurre principalmente en bosques nativos sometidos a altos grados de fragmentación (LEP & CONAF Región del Biobío, 2020; Anabalón, 2020). Cerca de un 70% de los fragmentos de bosque nativo con presencia de la especie se clasifican como grado “fragmentario”, cercano a la condición relictual y una muy baja integridad ecológica. Es decir, los fragmentos de queule son de muy reducido tamaño, de forma casi regular (simplificación de su forma por niveles avanzados de fragmentación), aislados entre sí, con bordes adyacentes a ecosistemas contrastantes y escasa o nula área núcleo (Figura 3.) (LEP & CONAF Región del Biobío, 2020⁹; Anabalón, 2020). Esto indica que la especie presenta una fragmentación severa de sus subpoblaciones y de su hábitat.

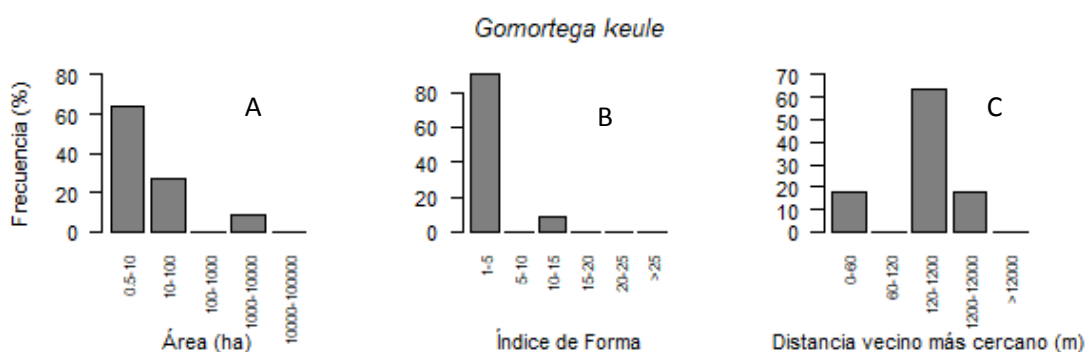


Figura 3. Frecuencia de fragmentos de bosque nativo con presencia de queule respecto a métricas de configuración espacial (A= área, B= forma y C= aislamiento) en la Región de Ñuble y Biobío (LEP & CONAF 2020).

Este plan de conservación está dirigido a frenar la pérdida de individuos y de su hábitat con medidas para mejorar la conectividad de fragmentos y la calidad del hábitat.

⁸ Anabalón, K. 2020. ANÁLISIS MULTI-TEMPORAL DE LA INTEGRIDAD ECOLÓGICA DE BOSQUES NATIVOS CON PRESENCIA DE ESPECIES ÁRBOREAS AMENAZADAS EN LA REGIÓN DE ÑUBLE Y DEL BIO-BÍO, CHILE. Habilitación profesional, Ingeniería en Conservación de Recursos Naturales, Universidad de Concepción, Concepción, Chile. 54 p.

⁹ LEP y CONAF Región del Biobío. 2020. Levantamiento de información de especies con problemas de conservación y elaboración de propuestas para el manejo de bosque nativo con presencia de ellas, en la Región del Biobío. Informe final. Concepción. 44 p.

5.5 Análisis genético

El Laboratorio de Epigenética Vegetal de la Universidad de Concepción desarrolló un estudio¹⁰ que permitió evaluar el estado actual (año 2020) de diversidad genética de *G. keule* en toda su distribución natural (regiones de Maule, Ñuble y Biobío).

El diseño de muestreo se realizó siguiendo la metodología propuesta por Hasbún *et al.* (2016). La información base tomó la localización de 855 puntos de presencia de la especie. Se usaron índices climáticos derivados de temperaturas extremas y precipitación de WorldClim. La mejor distribución modelada resultó con algoritmo Random Forest de BIOMOD y tras análisis de cluster se definieron 5 estratos ecológicos representativos (Fig. 4). Se seleccionaron 40 localidades distribuidas proporcionalmente a la superficie de cada estrato y se muestrearon 123 árboles de los cuales 96 fueron genotipificados. (Figura 3). Se utilizó la herramienta genómica Genotyping-by-Sequencing (GBS) y el programa Ipyrad para la genotipificación con marcadores moleculares SNPs (Polimorfismos de nucleótido único). Se obtuvieron 43.953 SNPs polimórficos, los cuales fueron empleados para realizar análisis genético a escala de paisaje. Solamente 1.107 SNPs mostraron señales de estar bajo procesos selectivos (SNPs selectivos).

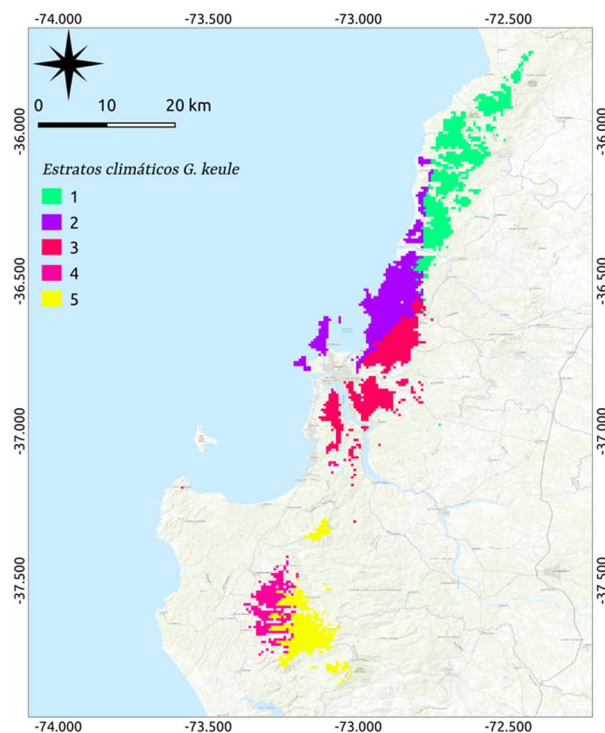


Figura 4. Mapa de estratificación ambiental de *Gomortega keule* en su rango de distribución actual. Cada color representa un estrato ambiental (N=5). El muestreo de para extracción de ADN se realizó en cada uno de los 5 estratos indicados. La máscara de la distribución corresponde al nicho ecológico de la especie.

¹⁰ <https://gefespeciesamenazadas.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/05/Informe-Final-Proyecto-Queule-Licitacion-31-08-201.pdf>

5.5.1 Diversidad genética de *G. keule*

Los resultados de diversidad genética de *G. keule* muestran valores intermedios y mayores a los esperados para una especie amenazada. La heterocigosidad esperada, es decir, la probabilidad de que dos alelos tomados al azar de la población sean diferentes, fue mayor que la heterocigosidad observada (0,302 versus 0,282). Por otra parte, el valor del coeficiente de endogamia resultó positivo con un valor de 0,067, indicando la probabilidad de que dos alelos de un locus sean idénticos por proceder de un ancestro común. Ambos resultados podrían explicarse por procesos de endogamia, porque los individuos que participan en la reproducción se encuentran muy emparentados (Kull & Jaaska, 2014; Mandujano-Sánchez, 2007). En la actualidad la reproducción de esta especie ocurre primordialmente de manera asexual. El reclutamiento de individuos a partir de semilla es escaso y muy pocos llegan a estados de juvenil y adulto reproductivo. En este sentido, es prioritario estudiar el impacto relativo que tienen sobre la regeneración factores como la reducida diversidad genética de las subpoblaciones, la escases de individuos maduros y la alteración del hábitat de esta especie.

5.5.2 Número de poblaciones ancestrales y mapa genético-adaptativo de *G. keule*

La estructura genética de las poblaciones de *G. keule* fue inferida por análisis bayesiano utilizando el criterio de entropía, con el cual se identificaron 3 poblaciones ancestrales para la especie. El grupo genético norte (azul) y centro (rojo) tienen un ancestro en común cercano, y son genéticamente distantes al grupo sur (verde) (Figura 5A). Al mapear en el espacio geográfico los patrones de composición genética de los SNP selectivos de *G. keule*, se puede observar que las localidades con colores similares albergan individuos con capacidades adaptativas similares (Figura 4B).

El mapa de macrozonas genéticas adaptativas (Figura 5B) muestra que el grupo genético norte se divide en dos macrozonas representadas en verde (sector norte) y azul (sector sur). Mientras que el grupo genético centro se observa una gran macrozona representada en morado. En la zona norte de este grupo genético, que ocupa el centro de la distribución geográfica, se presenta un área de mezcla con la parte sur de la macrozona ubicada en el sector norte de la distribución representada en color azul. El grupo genético sur, por su parte, se divide en dos macrozonas; una en la planicie costera (rosa) y una emplazada sobre la cordillera de la costa (amarilla), probablemente determinada por la variación en altura que existe en la zona (Figura 5B).

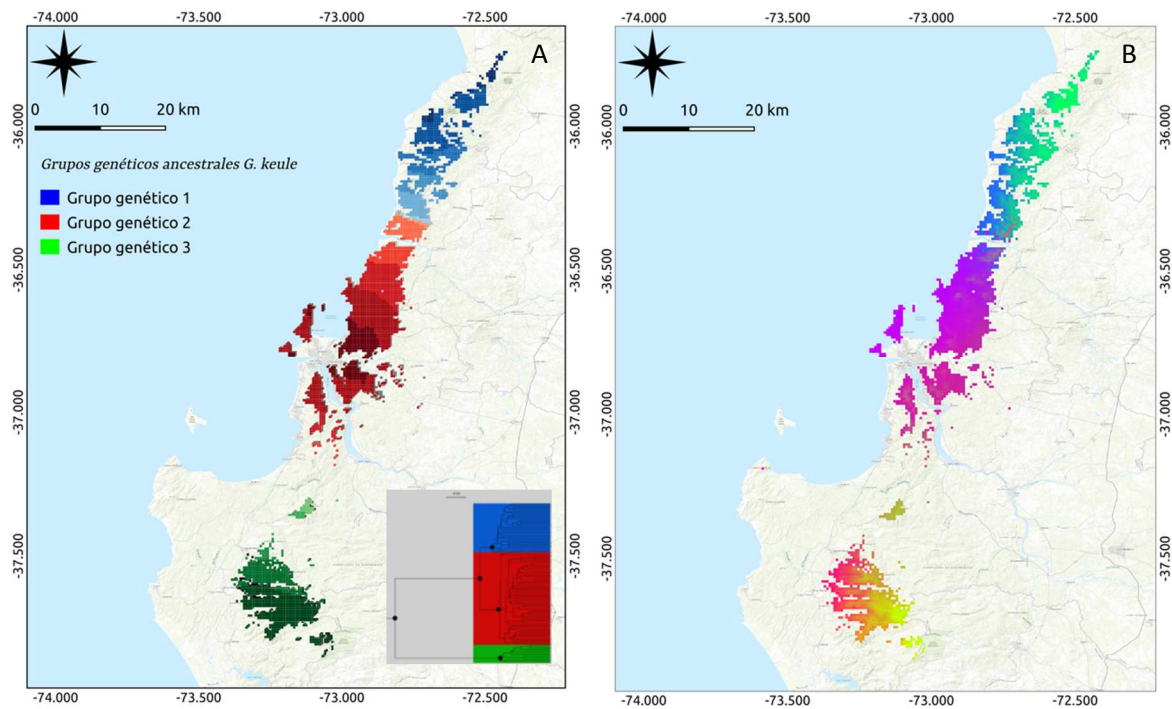


Figura 5. Variación genética espacial a escala de paisaje en *Gomortega keule*. A: Mapa de probabilidad de pertenencia a los 3 grupos ancestrales. Colores más oscuros indican una mayor probabilidad de pertenecer al grupo ancestral. Dendrograma muestra la distancia genética entre los grupos; B: Mapa de macrozonas genéticas adaptativas. Las localidades con colores similares albergan localidades con composición genética adaptativa similar. El mapa de la distribución corresponde al nicho ecológico de la especie.

No se observa cercanía genética adaptativa entre el grupo genético sur con los grupos genéticos centro y norte. Esto podría significar que las localidades del sur poseen alelos únicos que se correlacionan con las variables ambientales presentes en el lugar, lo que conlleva a una historia evolutiva diferente a la de los grupos genéticos del centro y norte. El coeficiente de estacionalidad de la precipitación, el promedio de rango diurno de temperatura y la elevación (msnm) son los factores ambientales que determinan la presencia de alelos únicos, los cuales pueden ser claves para su supervivencia o determinar el éxito de acciones de restauración (Figura 6.).

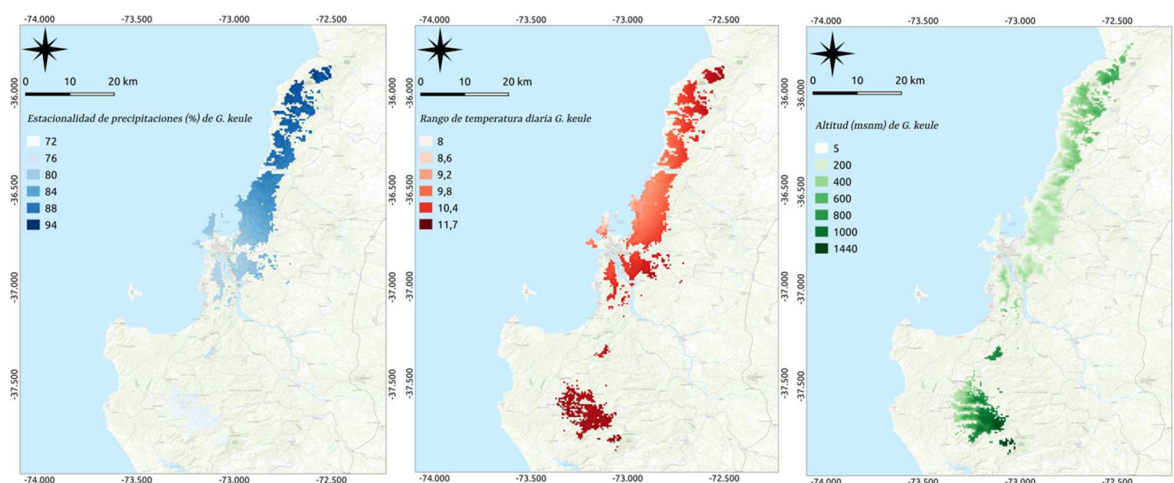


Figura 6. Mapa de variables climáticas en la distribución natural de *G. keule*. A) Coeficiente de estacionalidad de precipitaciones. B) Promedio de rango diurno de temperatura. C) Altitud (msnm).

La especie está actualmente estructurada genéticamente en tres poblaciones o linajes ancestrales cuyos límites geográficos aproximados son el Río Maule y el Río Biobío. Si bien el establecimiento natural es bajo o nulo, medidas de restauración activa podrían prosperar con riego en los primeros años. Sin embargo, los límites de las poblaciones genéticamente diferenciadas deben ser cuidadosamente respetados cuando se trata de translocación de gametos (ej. polen) y materiales reproductivos como semillas y plantas. Estas consideraciones deberán ser incluidas en la planificación metodológica de medidas de restauración en horizontes de mediano y largo plazo.

5.6 Servicios ecosistémicos

El bosque que constituye el hábitat de queule y el queule en sí mismo, proveen de numerosos servicios ecosistémicos de provisión, regulación y mantención y culturales¹¹.

servicios ecosistémicos de soporte: Al igual que otras especies nativas propias de las formaciones vegetacionales de su hábitat, esta especie contribuye con procesos esenciales de gran escala, como por ejemplo la regulación del clima y la calidad del aire, el secuestro y almacenamiento de carbono, la moderación de fenómenos naturales, la prevención de la erosión y conservación de la fertilidad de suelos, el control de plagas y regulación de los flujos del agua, la polinización que permite la reproducción de muchas especies fundamentales para nuestra alimentación.

servicios ecosistémicos de aprovisionamiento: Los usos históricos comprenden el fruto, la madera, y varios usos menos conocidos, pero de importancia cultural, que incluyen la tinción de lana y la utilización de hojas como saborizante en el mate (Muñoz-Concha y Garrido-Werner, 2011). El fruto del queule ha sido utilizado desde tiempos ancestrales. Uno de los primeros registros de su uso fue realizado en el año 1558 por el cronista español Jerónimo Vivar, quien mencionó el uso del fruto para la elaboración de jarabes y bebidas (Torrejón & Cisternas 2003). La madera por su parte, destaca por un veteado principalmente en la base del tronco (Albert, 1924; Donoso & Escobar 2003). Federico Albert, ya desde 1924 en su boletín “Materias Primas Vegetales y Animales” reconoce el uso de la

¹¹ <https://cices.eu> The Common International Classification of Ecosystem Services (CICES)

madera de queule para mueblería de lujo, enchapados e incrustaciones y como madera de tornería por sus características de veteado, peso regular, resistencia, dureza y elasticidad. Hoy en día su designación como Monumento Natural impide su corta.

servicios ecosistémicos culturales: Varios autores mencionan también el hermoso aspecto del árbol y su valor y potencial ornamental que podría aprovecharse especialmente en comunas costeras de Chile centro-sur (Muñoz-Concha & Davey 2011a). En términos productivos, el queule es también una oportunidad para desarrollar un cultivo frutal y nuevos productos alimenticios para el futuro (Muñoz 2018) por su atractivo potencial para uso consciente y sustentable en la producción de mermeladas, compotas y licores (FAO 2021). En este sentido también es relevante el significado social-cultural de esta especie. El queule aparece como un elemento común en historias de infancia de quienes vivieron su época de esplendor. Uno de los relatos recogidos en el libro “Saberes del queule y el zorro de Darwin”¹², elaborado por el Proyecto GEF de especies amenazadas, señala que el queule ha sido parte de su historia de vida y los habitantes locales lo recuerdan como un símbolo de la niñez, que vivieron entre Tomé y Dichato, donde se acostumbraba reunir con amigos para ir al bosque a buscar el fruto amarillo, típico de este árbol. Ente estas vivencias se encuentra la tradicional preparación de dulces y mermeladas que preparaban las madres con los frutos recolectados por los niños, búsqueda que se extendía por horas recorriendo el bosque nativo y hasta tomando un descanso en la sombra del queule. Por otra parte, personas conocedoras de la medicina tradicional mapuche, identifican sus hojas y frutos, como elementos de la práctica médica ancestral de comunidades mapuche de la Región de Biobío porque “tiene mucha vitamina; es un alimento para el cerebro, para la mente, para todo”. Esta significancia cultural y social de las comunidades en su relación con esta especie, es un factor que favorece las acciones diseñadas en este documento, puesto que esta especie es reconocida y valorada por la comunidad. Esto da mayores garantías en el involucramiento de los grupos sociales en las acciones de conservación.

6. DIAGNÓSTICO DE LOS FACTORES DE AMENAZA Y SUS EFECTOS

El queule, como objeto de conservación del presente Plan, se encuentra sujeto a una serie de amenazas que de no controlarse provocarán la extinción de la especie. En consecuencia, las acciones de conservación se orientan a revertir aquellas amenazas que se evaluaron y fueron priorizadas por el Grupo de Elaboración del Plan.

6.1 Identificación y priorización de amenazas

Las principales amenazas identificadas para *G. keule* son los incendios forestales, los proyectos de inversión, los propágulos de pino y eucalipto que provienen de plantaciones forestales como la presencia de ganado, la colecta inadecuada de frutos y semillas, la corta ilegal de individuos de esta especie, las malas prácticas agrícolas y la extracción de tierra de hoja. Se identificó además la existencia de cada una de estas amenazas por zona de su distribución (Tabla 2.)

¹² Para descargar este documento, visitar la página: <https://gefespeciesamenazadas.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/03/Libro-Zorro-de-Darwin-Queule-web.pdf>

Tabla 1. Tabla de amenazas de *Gomortega keule* por zona norte, centro y sur de su distribución.

Amenaza	Zona Norte (Comuna de Chanco en Maule y el Río Itata en Ñuble)	Zona Centro (entre el Río Itata y Río Biobío)	Zona Sur (Desde Río Biobío en la Cordillera de Nahuelbuta hasta la comuna de Los Álamos)
Incendios Forestales	Presente	Presente	Presente
Plantaciones forestales	Presente	Presente	Presente
Proyectos de Inversión	Presente	Presente	Presente
Malas prácticas agrícolas	Presente	No observado	No observado
Presencia de ganado	Presente	Presente	Presente
Extracción de tierra de hoja	No observado	Presente	No observado
Colecta inadecuada de frutos y semillas	Presente	Presente	No observado
Corta ilegal	Presente	Presente	Presente

Una vez identificadas y descritas las amenazas que afectan a esta especie se realizó priorización de estas, utilizando los criterios definidos en los Estándares Abiertos para la Práctica de la Conservación (Tabla 3). Este análisis fue complementado orden de amenazas de mayor a menos impacto por parte de los asistentes al taller.

Tabla 2. Amenazas priorizadas utilizando la metodología y criterios definidos en los Estándares Abiertos para la Práctica de la Conservación.

Amenaza	Alcance	Severidad	Irreversibilidad	Resultado Estándares Abiertos	Priorización en el taller
Incendios Forestales	Muy Alto	Muy Alto	Alto	Muy Alto	1
Plantaciones forestales	Muy Alto	Alto	Alto	Alto	2
Proyectos de Inversión	Alto	Alto	Muy Alto	Muy Alto	3
Malas prácticas agrícolas	Bajo	Medio	Alto	Bajo	4
Presencia de ganado	Medio	Medio	Medio	Medio	5
Extracción de tierra de hoja	Bajo	Muy Alto	Alto	Bajo	6
Colecta inadecuada de frutos y semillas	Bajo	Medio	Medio	Bajo	7
Corta ilegal	Bajo	Medio	Medio	Bajo	8

6.2 Amenazas

6.2.1 Incendios Forestales

Los incendios forestales son una amenaza recurrente en el centro-sur de Chile (33-38° de latitud sur), área donde además se concentra la producción silvoagropecuaria del país (Díaz-Hormazábal & González, 2016). Las estadísticas históricas de CONAF indican que, en los últimos 40 años las regiones del Maule y Biobío han sido constantemente afectadas por incendios forestales de diversa magnitud que afectan al bosque nativo. La región del Biobío ha sido la región de Chile más afectada perdiendo una superficie de 628.409 hectáreas de bosque en 87.227 eventos de incendio. La Región del Maule, por su parte la región del Maule ha perdido 487.721 hectáreas de bosque en 17.729 eventos de incendios forestales. En la Figura 7 se muestra la ubicación de incendios entre 2010 y 2018, en áreas con presencia de *Gomortega keule*, diferenciado por zona (norte, centro y sur), en las regiones de Maule y Biobío.

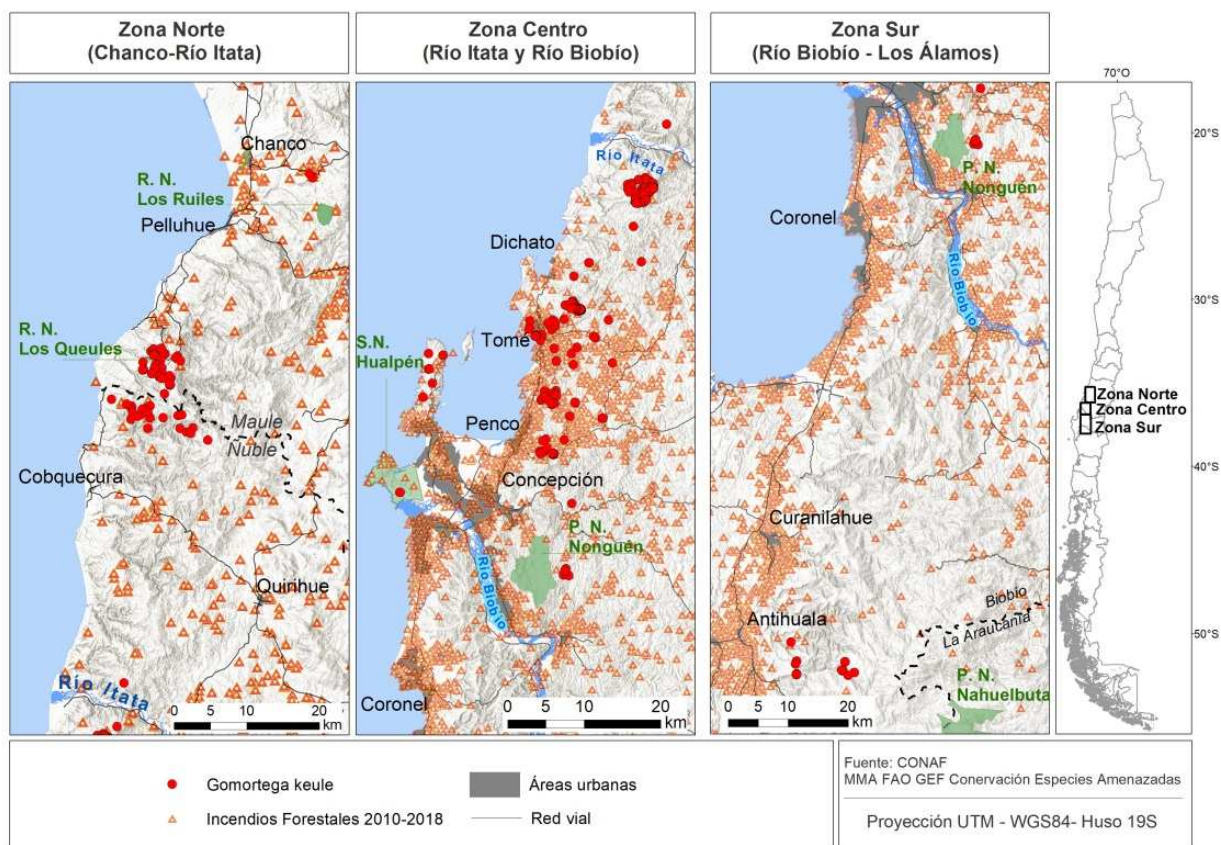


Figura 7 se muestra la ubicación de incendios entre 2010 y 2018, en áreas con presencia de *Gomortega keule*, diferenciado por zona (norte, centro y sur), en las regiones de Maule y Biobío.

Para las regiones donde actualmente habita el queule las estadísticas de incendios en las comunas que registran presencia de queule, según los datos recopilados desde el año 1985 hasta el año 2018, señalan una importante ocurrencia de esta amenaza, afectando un total de 85.574 hectáreas de superficie forestal (nativo y plantaciones) en 18.858 eventos (Figura 8). Las comunas más afectadas por esta amenaza son Tomé, Concepción y, en menor medida Coelemu.

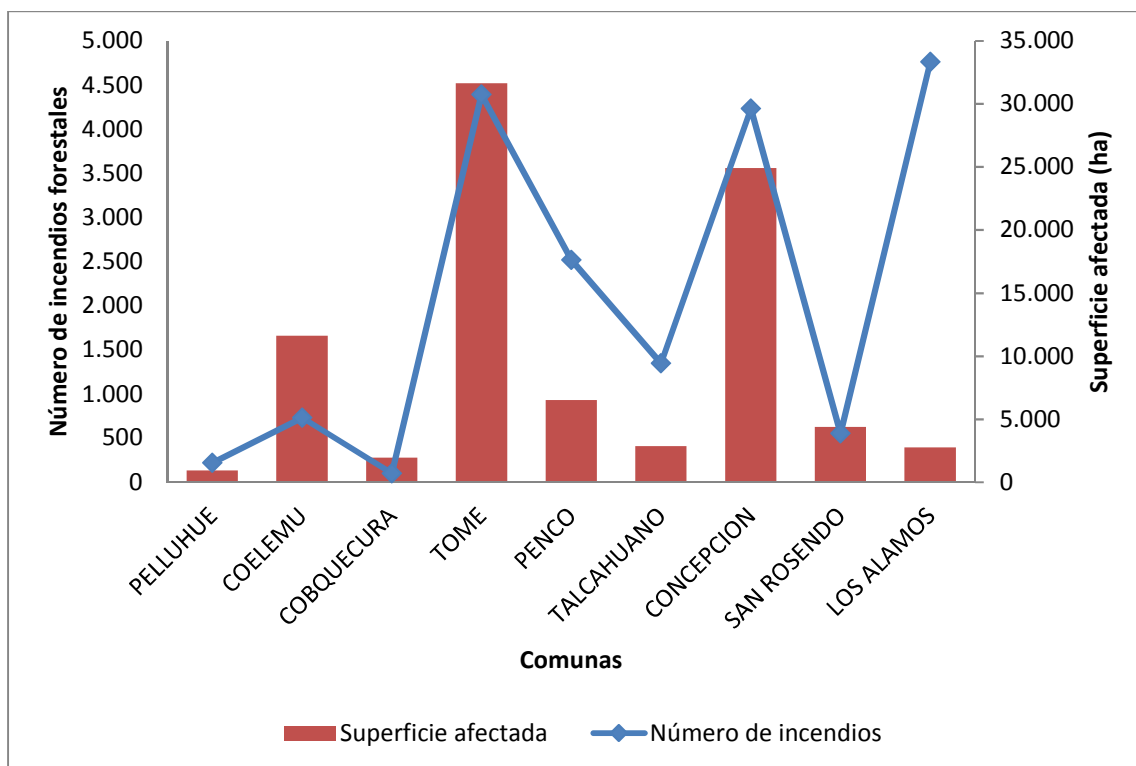


Figura 8. Número de incendios forestales y superficie afectada (ha) en el periodo 1985-2018 en las comunas con presencia de *Gomortega keule* en las Región de Maule y Biobío.

A futuro se prevé una mayor probabilidad de incendios en ambas regiones debido a que en el centro-sur de Chile existe una relación entre la ocurrencia de incendios, las condiciones en el Pacífico tropical (El Niño Oscilación Sur, ENOS) y las variaciones en los patrones de circulación atmosférica en latitudes medias y altas que influyen los parámetros de precipitaciones y temperaturas. Es así como estudios dendroclimáticos en la zona central de Chile han revelado un incremento en la recurrencia de sequías y disminución de las precipitaciones, contribuyendo a la generación de incendios con una mayor frecuencia y de una mayor extensión (Le Quesne *et al.* 2006). Esta especial confluencia de factores dibuja un incierto escenario especialmente para los pequeños fragmentos de bosque nativo y relictos en quebradas que albergan especies endémicas como el queule, cuya disposición geográfica, insertas en paisajes forestales (González *et al.*, 2011), las expone a una mayor vulnerabilidad. Para abordar esta amenaza se requiere fortalecer la coordinación entre actores públicos privados y particulares que comprendan la problemática de esta amenaza para la conservación de queule y que actúen coordinadamente en la prevención, control y combate de incendios forestales cuando se identifique riesgo para esta especie y su hábitat actualmente fragmentado. Este actuar coordinado requiere necesariamente establecer acuerdos respecto a los protocolos de prevención y de acciones post incendio y, consecuentemente, fomentar la capacitación de actores incluyendo a la comunidad, en medidas de prevención de incendios forestales, así como en la evaluación de riesgos, que incluye el otorgamiento de permisos de quemas agrícolas en áreas con presencia de especies amenazadas en general y con presencia de queule, en el caso particular de este plan.

6.2.2 Plantaciones de Pino y Eucalipto

El queule se establece preferentemente, en sectores con disponibilidad de luz, encontrándose habitualmente un mayor número de individuos en sectores abiertos con luz directa, en claros antiguos y orillas de caminos (Villegas *et al.*, 2003). La disponibilidad de luz es un factor de importancia en sus estadios iniciales, por lo que las especies acompañantes de rápido crecimiento dificultan tanto la germinación de sus semillas como el crecimiento de sus plántulas y brinzales. Por otra parte, el bosque maulino costero ha sufrido, en el curso de las últimas décadas, una significativa sustitución principalmente por plantaciones forestales de *Eucalyptus globulus* y *Pinus radiata*, lo que ha conformado un paisaje en mosaico con pequeños fragmentos de bosque nativo inmersos en plantaciones forestales (Bustamante & Guerrero, 2009). Como consecuencia, en la actualidad, las extensas plantaciones forestales circundantes constituyen una relevante fuente de propágulos de especies exóticas que colonizan e invaden espacios abiertos, amenazando, por ende, la regeneración del queule (Figura 9). Esto es especialmente preocupante en predios forestales que han quedado abandonados o que no tienen plan de manejo en los cuales la dispersión anemófila de las semillas de pino facilita el establecimiento de estas plántulas desplazando paulatinamente a las nativas en crecimiento y cobertura. Cabe señalar que, en toda el área de distribución del queule, la vegetación circundante en su mayoría corresponda a esta conífera.

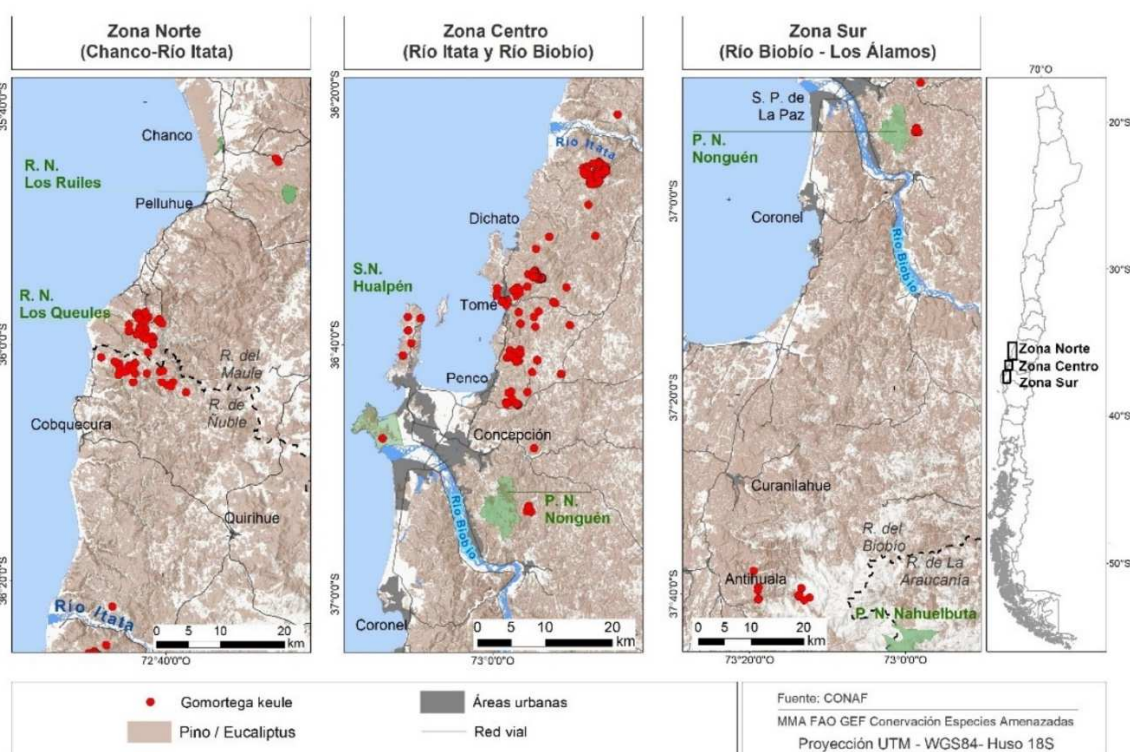


Figura 9. Localización de las especies exóticas pino y eucalipto en áreas con presencia de *Gomortega keule* diferenciado por zona (norte, centro y sur).

Existen otras especies exóticas que también colonizan los fragmentos de bosque nativo y de queule como Zarzamora (*Rubus ulmifolius*), Retamilla o Lluvia de Oro (*Teline monspessulana*), Retamo (*Cytissus striatus*), entre otras (Fuentes *et al.*, 2014). Algunas de estas especies tienen un importante éxito reproductivo, expresado en un abundante número de propágulos, éxito en el establecimiento y crecimiento rápido, por lo que modifican la fisonomía, estructura y composición de los fragmentos

con queule. Esta cobertura y persistencia foliar impiden la regeneración natural de *G. keule*, tanto de tocón como de semillas. Los factores que favorecen el establecimiento de especies exóticas en fragmentos de bosque nativo inmerso en una matriz de plantaciones forestales son la apertura de claros de bosque por la caída de árboles antiguos, la corta de ejemplares de pino y eucalipto que favorece la creación de áreas despejadas de vegetación y la corta o entresaca ilegal de árboles de nativos acompañantes de queule. Otro efecto negativo de las especies invasoras que se suma a la amenaza de incendios forestales es la acumulación de combustible que aumentando los riesgos y daños potenciales por incendios forestales. Las especies de plantas invasoras y el fuego pueden generar retroalimentación positiva, modificando la dinámica del paisaje y los ciclos ecosistémicos (García *et al.*, 2007). La gestión de esta amenaza, identificada por el Grupo de Elaboración, requiere verificar y sistematizar la ubicación geo referenciada de los puntos con presencia de queule en terrenos forestales. Esta información es fundamental para la elaboración, actualización y seguimiento de los planes de manejo de las áreas de alto valor (AAV). Respecto del manejo y operación forestal se debe implementar protocolos dirigidos a la protección de bosquetes de queule, así como programas de capacitación y seguimiento de los mismos. También se requiere fortalecer y operativizar la fiscalización de los planes de manejo, así como incorporar a los mismos, zonas de buffer en torno a fragmentos de bosque nativo y queule, así como áreas de protección de quebradas. El Grupo de Elaboración identificó como necesario para esta amenaza la coordinación de este Plan con el accionar del Consejo de Política Forestal, así como promover la actualización de los protocolos de plantaciones forestales.

6.2.3 Proyectos de inversión

Se identificó como una amenaza el emplazamiento de proyectos de inversión como por ejemplo explotación de canteras, proyectos mineros, líneas de alta tensión y parcelaciones (loteos) y en menor medida, construcción de caminos. En este ámbito se identificaron los proyectos que cuentan con evaluación ambiental y su respectiva Resolución de Calificación Ambiental en el área de distribución de la especie (Figura 10).

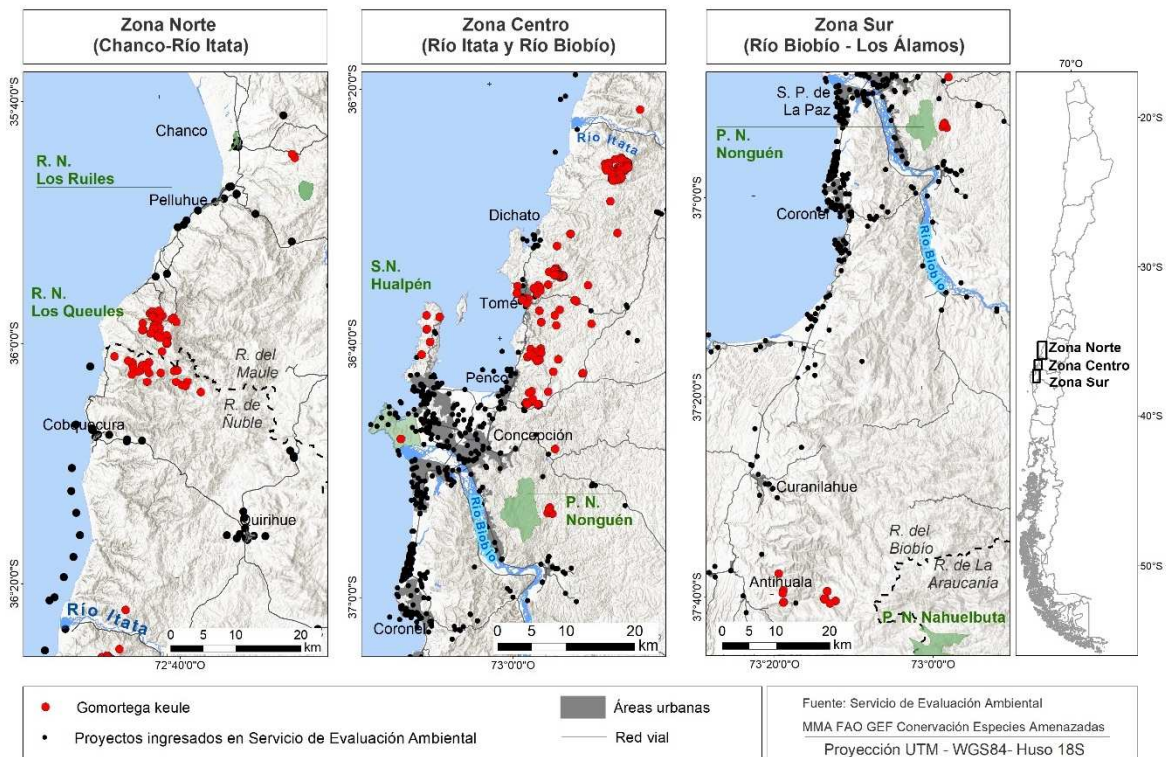


Figura 10. Localización de proyectos ingresados al Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) en áreas con presencia o dentro del área de distribución de *Gomortega keule*, diferenciado por zona (norte, centro y sur).

En la zona norte de su distribución, cercano a Pelluhue, existe una fuerte presión por loteos y venta de parcelas, que no es de ingreso obligatorio al Sistema de Evaluación Ambiental. Esta actividad es colindante con la Reserva Natural Los Queules. Por otra parte, en la zona centro de su distribución están las líneas de transmisión y las concesiones mineras pertenecientes a la comuna de Tomé (Comunicación personal, Nicolás Labán y Diego Muñoz, 2021). En este plan se recoge la experiencia de integrantes del Grupo de Elaboración en la evaluación de un proyecto minero ingresado al SEIA el año 2016, como Declaración de Impacto Ambiental (DIA). Este proyecto consistente en la construcción y operación de una faena minera y una planta para la producción de óxidos de lantánidos, para procesar 210 ton/hora, contempla una vida útil del proyecto de 16 años y tiene un área de influencia colindante a poblaciones de queule del sector y cercana a un Área de Alto Valor para la Conservación (AAVC) en esa zona, llamada “Queules de Tomé y Penco” de propiedad de Forestal Arauco. Las observaciones realizadas por CONAF en el proceso de evaluación ambiental del proyecto llevaron al reingreso en 2018 bajo la modalidad de Estudio de Impacto Ambiental (EIA). La evaluación en curso, de una Adenda complementaria, ha centrado la discusión en concordar un área buffer que asegure la no afectación de los ejemplares locales de la especie (Comunicación personal, Rodrigo Fuenzalida-CONAF Biobío, 2021).

La identificación de esta amenaza por el Grupo de Elaboración pone de manifiesto que en los procesos de evaluación ambiental no se ha relevado adecuadamente la presencia de subpoblaciones o individuos de esta especie gravemente amenazada. Se hizo notar también la falta de guías técnicas y de capacitación para los evaluadores de proyectos en el marco del SEIA con el fin de mejorar la

evaluación. Por otra parte, fortalecer la participación ciudadana que aporte antecedentes sobre la distribución de esta especie resulta muy importante para complementar el sistema de sistema de información del queule. Consecuentemente se requiere incrementar la coordinación entre servicios públicos con competencias, que participan en la evaluación ambiental de proyectos, así como fortalecer el seguimiento del cumplimiento de las medidas comprometidas en las RCA, por parte de la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA). Estas medidas están dirigidas a frenar los efectos de la fragmentación y el deterioro en la calidad de su hábitat.

6.2.4 Malas prácticas agrícolas, ganaderas y forestales

Esta amenaza fue identificada para toda el área de distribución. En la zona norte los bosques de queule se encuentran en una matriz agrícola de pequeños predios, mientras que en la zona sur predomina la matriz forestal. Prácticas habituales como la utilización de fuego para la habilitación de terrenos para actividades silvoagropecuarias constituyen una amenaza operando sobre esta especie ya que el fuego no solo destruye individuos de queule, sino que también altera la capa superficial del suelo y destruye la hojarasca que contiene frutos y semillas de queule y de la vegetación acompañante (Comunicación personal, D Muñoz, 2021). Es común que los pequeños propietarios tengan escaso acceso a información y capacitación en buenas prácticas en lo que se refiere al manejo productivo del ecotono entre el sistema productivo y el sistema natural. En este sentido, se requiere identificar, diseñar e implementar buenas prácticas, así como mecanismos de fomento o subsidios y, por otra parte, hacer seguimiento a pilotos, con el fin de promover una actividad productiva armónica con la conservación de queule.

6.2.5 Presencia de ganado

El efecto del ganado en bosques nativos está ampliamente documentado y se evidencia como daño mecánico directamente sobre la vegetación y sobre el suelo. Los agentes perturbadores como equinos, bovinos, caprinos y porcinos, producen daño estructural impactando directamente sobre las plántulas, las que pueden ser pisoteadas y ramoneadas por los animales. El fruto de queule es consumido por el ganado, el cual solo consume la pulpa de la fruta descartando la semilla en el lugar. No hay sobrevivencia de plántulas en lugares frecuentados por el ganado (Muñoz-Concha *et al.*, 2020). Un antecedente sobre medidas de exclusión exitosa se desarrolló a través del proyecto GEF de Especies Amenazadas, que consistió en la instalación de un cerco en torno a un árbol semillero, considerando un área buffer.

6.2.6 Extracción de tierra de hoja con fines comerciales

La hojarasca cumple un rol fundamental en la mantención de la humedad, en la temperatura del suelo, en la germinación de las semillas y en la sobrevivencia de las plántulas. La extracción de tierra de hoja provoca la modificación de la capa orgánica superficial del suelo del bosque, favoreciendo procesos de erosión y compactación del suelo, generando pérdidas significativas de nutrientes, la alteración de las comunidades bióticas y la alteración en los patrones de retención de humedad del suelo. En el caso de las semillas de queule el impacto de esta amenaza puede ser alto, ya que el éxito de la germinación de semillas de queule depende directamente de las condiciones de suelo, humedad y nutrientes disponibles. En la actualidad se tienen registros de extracción de tierra de hoja en sectores cercanos a zonas urbanas y específicamente en la localidad de Tomé, todos lugares ubicados en el área de distribución central de la especie (Figura 11). Si bien se han presentado iniciativas para

regular la extracción¹³, bajo la normativa actual, no se dispone de herramientas jurídicas suficientes para fortalecer la fiscalización de esta práctica, muy arraigada en las áreas rurales, debido a que es una materia prima que se extrae con cierta facilidad, y prácticamente sin costo. Se promoverán buenas prácticas para disminuir su uso, así como programas de educación y difusión de las acciones de conservación de queule.

6.2.7 Colecta inadecuada de frutos y semillas

Los bosques proveen múltiples servicios, entre ellos están los productos forestales no madereros (PFNM) que, si bien pueden ser comercializados en mercados nacionales e internacional, también tienen presencia en mercados locales (Tacón *et al.*, 1999). Es el caso de los frutos de queule que en el pasado eran vendidos en abundancia en localidades circundantes a Concepción (Reiche, 1934) y que aún es posible encontrar en las localidades de Tomé y Caramávida (Figura 11), comercializados por los mismos recolectores (Saavedra & Matamala 2000), principalmente para elaboración de mermeladas. Los factores que han incidido en la disminución de esta actividad a través del tiempo se relacionan con la reducción en las poblaciones de queule y con la presencia cada vez más escasa de árboles semilleros. Los antecedentes recopilados por el Grupo de Elaboración señalan que, si bien la comercialización local se constata en la comuna de Tomé, también se ha observado actividad de colecta al interior de la Reserva Natural Los Queules en la Región del Maule, sin embargo, no es posible contar con una descripción detallada, ya que es una actividad que se realiza de manera informal, sin mediar permisos o autorizaciones de propietarios o autoridades.

En un escenario en el cual el reclutamiento de plántulas y el establecimiento de individuos es reducido, el volumen de colecta (germoplasma eliminado del sistema natural), aun comercialmente marginal, es relevante. La línea de acción en este sentido está dirigida a valorar a los recolectores como actores relevantes en la conservación de esta especie, sumándolos por medio de la capacitación y la difusión a difundir el conocimiento y participar como gestores en su conservación.

6.2.8 Corta ilegal

En la Región del Maule, no existen registros de CONAF sobre denuncia de corte ilegal de la especie. Por el contrario, en la región de Ñuble, el año 2015 se detectó la corta no autorizada de 10 ejemplares en la comuna de Coelemu. En ese momento se efectuó la denuncia por corta no autorizada al Juzgado de Policía Local, con una multa propuesta de \$12.972.000. Algunos de los puntos donde se tienen registro de denuncias de corta ilegal se muestran en la Figura 11.

En los últimos años, existió una denuncia sobre la corta de especies nativas cercanas a queules en un sector de Hualqui (Región del Biobío). Esto motivó a tomar medidas desde la Forestal Arauco en conjunto con las comunidades (ONGs, municipios, entre otros) para crear un sistema de alerta que permitiera coordinar acciones en caso de estar en presencia nuevamente de esta amenaza. Este trabajo mancomunado, motivó a Forestal Arauco a realizar acciones en un sector conocido como Redolino, que colinda con el Parque Nacional Nonguén, para eliminar individuos de pino y reintroducir queule y otras especies nativas¹⁴.

¹³ <https://www.senado.cl/noticias/medio-ambiente/delito-de-extraccion-de-tierra-de-hoja-vuelve-a-comision-para-revisar#:~:text=%E2%80%9CEl%20que%20extraiga%20sin%20autorizaci%C3%B3n,al%20comiso%20de%20lo%20extra%C3%ADdo.>

¹⁴ <https://gefespeciesamenazadas.mma.gob.cl/activa-participacion-de-vecinos-en-trabajo-de-restauracion-y-plantacion-de-queules-en-la-comuna-de-hualqui/>

Esta acción se materializó en forma colaborativa, con la participación activa con actores de la sociedad civil y el Centro de Semillas de CONAF. A la fecha, se han realizado 5 jornadas de plantación y monitoreo. Estas acciones se han desarrollado en conjunto con la comunidad y municipio de Hualqui.

Uno de los principales desafíos de esta amenaza es la escasa capacidad de fiscalización preventiva, limitada tanto por recursos tanto humanos como económicos del servicio que tiene dicha competencia. La especie es explotada principalmente en terrenos de particulares, por lo que la denuncia a CONAF de la corta de individuos de queule es de gran importancia a la hora de sancionar y evitar nuevos casos de corta ilegal. La baja fiscalización preventiva sumada al poco conocimiento de la especie y de su estado de conservación por parte de las personas, mantienen a la corta no autorizada como una amenaza latente para el queule y, en consecuencia, es relevante llegar a ese segmento de la comunidad con información y alternativas de uso que contribuyan a reducir la explotación.

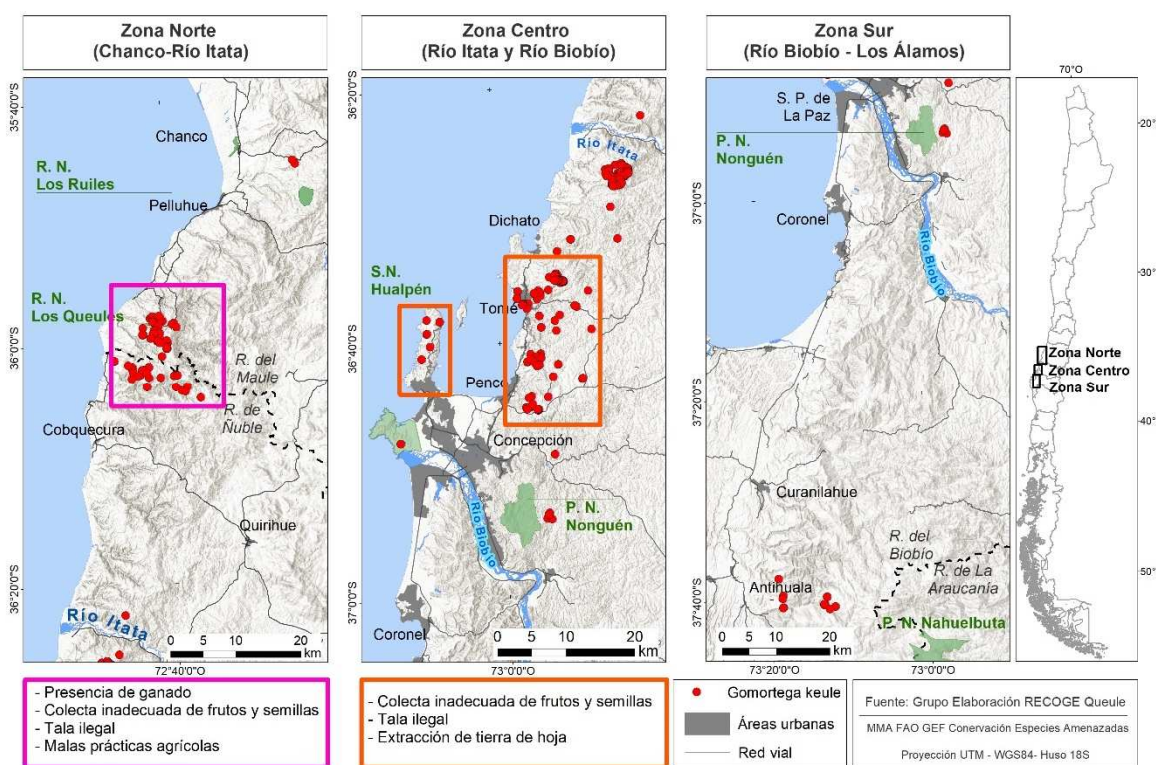


Figura 11. Localización de las amenazas Malas prácticas agrícolas, presencia de ganado, extracción de tierra de hoja, colecta inadecuada de frutos y semillas y tala ilegal, en áreas de distribución de *Gomortega keule*, diferenciada por zona (norte y centro). No se cuenta con información sobre estas amenazas en la zona sur.

7. ACTORES RELEVANTES

Se reconocen actores relevantes, tanto en el sector público como privado, que deben tener participación en la implementación del Plan de Recuperación, Conservación y Gestión de *Gomortega keule*, según sector. Son los siguientes:

Sector público:

- Ministerio de Medio Ambiente a través de la Secretaría Regional Ministerial de la Región del Biobío (como coordinadores del Plan), junto a las Secretarías Regionales Ministeriales de las regiones del Maule y de Ñuble.
- Ministerio de Agricultura
- Corporación Nacional Forestal (CONAF)
- Servicio de Evaluación Ambiental (SEA)
- Instituto Forestal (INFOR)
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo
- Ministerio de Obras Públicas (MOP)
- Ministerio de Bienes Nacionales (MBN)
- Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)
- Gobierno Regional del Maule.
- Gobierno Regional de Ñuble.
- Gobierno Regional del Biobío
- Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP)
- Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR)
- Instituto Nacional de la Juventud (INJUV)
- Armada de Chile a través de la Capitanía de Puerto de Talcahuano.
- Municipios de Pelluhue, Cobquecura, Coelemu, Tomé, Penco, Hualpén, Talcahuano, Concepción, Hualqui y Los Álamos.

Sector privado:

- Empresas Forestales: Forestal Arauco, Forestal CMPC, Forestal MASISA.
- Pequeños y medianos propietarios de terrenos con presencia de queule.
- Universidad de Concepción.
- Universidad del Biobío.
- Universidad Católica del Maule.
- Universidad Adventista de Chile.

Sociedad Civil:

- Organizaciones no gubernamentales: Fundación Nahuelbuta, Fundación Keule, Fundación Darwin Maule, organizaciones comunales.
- Red Comunal de Conservación del Queule, Tomé.
- Cooperativa Caramávida.

8. VISIÓN

El queule es una especie reconocida y valorada por la comunidad a nivel nacional que prospera naturalmente en un paisaje manejado sustentablemente.

9. META DEL PLAN

En un plazo de 10 años se mantiene la extensión de la presencia, aumenta en un 10% el tamaño de la población de individuos maduros y el área de ocupación de la especie aumenta al menos en un 10%, respecto de la línea de base registrada al inicio del plan.

10. ALCANCE TERRITORIAL DEL PLAN

El alcance territorial del plan comprende el área de distribución de la especie en las regiones del Maule, Ñuble y Biobío, representada en la Figura 12.

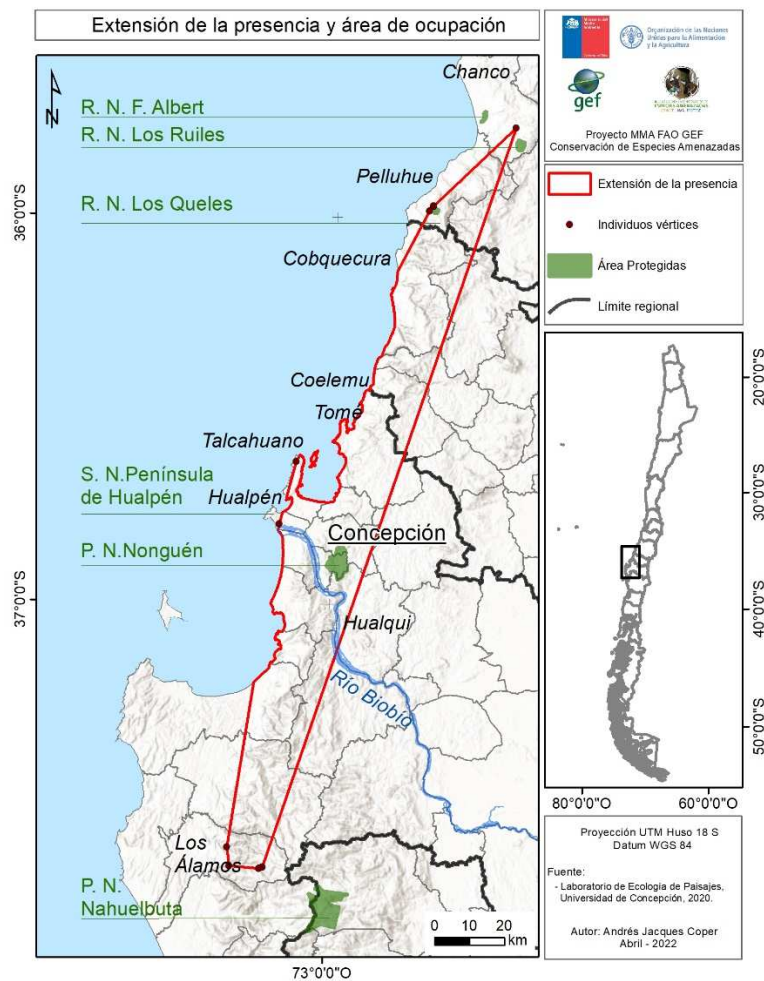


Figura 2. Polígono del área de distribución de queule en las regiones Maule, Ñuble y Biobío (Proyecto GEF especies amenazadas, 2020).

11. OBJETIVOS DEL PLAN

1. Disminuir las amenazas que afectan al queule en el área de distribución de esta especie.
2. Aumentar la protección y las acciones de restauración del hábitat del queule y de sus poblaciones.
3. Implementar un sistema de información y monitoreo de las poblaciones de queule y su hábitat.

12. ESTRUCTURA DEL PLAN DE ACCIÓN

12.1 Líneas de acción por objetivos e indicadores de seguimiento

Objetivo 1. Disminuir las amenazas que afectan al queule en el área de distribución de la especie		
Líneas de Acción	Indicadores	Meta
1.1 Control de incendios y prevención de daños de individuos y poblaciones de queule.	Superficie de áreas de distribución de queule afectada por incendios forestales respecto a la superficie promedio afectado en los últimos 10 años.	Disminución en un 30% de superficie de áreas de distribución de queule afectada por incendios forestales respecto a la superficie promedio afectado en los últimos 10 años.
	Porcentaje de puntos con presencia de queule incorporados al sistema de información territorial que permita a las centrales de despacho y brigadas de combate, tanto públicas como privadas, mitigar el efecto de incendios forestales que las amenacen.	80% de los puntos con presencia de queule están incorporados a un sistema de información territorial que permita a las centrales de despacho y brigadas de combate, tanto públicas como privadas, mitigar el efecto de incendios forestales que las amenacen.
	Porcentaje de puntos con presencia de queule incorporados en campañas de prevención de incendios.	80% de los puntos con presencia de queule están incorporados en campañas de prevención de incendios, tanto públicas como privadas.
1.2 Mejoramiento de la gestión de empresas forestales para la protección del queule	Porcentaje de medidas para la protección de la especie en AAVC y fuera de ellas.	100% de medidas definidas para la protección de la especie en las AAVC y fuera de ellas.
	Número de individuos de queule sin daño por incendio, sin daño mecánico y en buen estado fitosanitario, dentro de terrenos de empresas forestales.	Mantención del número de individuos de queule sin daño por incendio, sin daño mecánico y en buen estado fitosanitario, dentro de terrenos de empresas forestales.
1.3 Fortalecimiento de la evaluación y protección de la especie en el SEIA	Porcentaje de proyectos, en cuya área de influencia se encuentra queule, que cuentan con pronunciamientos que consideran la evaluación de impactos sobre la especie y su hábitat.	100% de proyectos, en cuya área de influencia se encuentra queule, que cuentan con pronunciamientos que consideran la evaluación de impactos sobre la especie y su hábitat.

	Porcentaje de proyectos, en cuya área de influencia se encuentra queule, que cuentan con observaciones ingresadas sobre la especie en los procesos de participación ciudadana.	Aumento en un 80% del número de proyectos con observaciones ingresadas sobre la especie en los procesos de participación ciudadana.
1.4 Desarrollo e implementación de un sistema integrado de buenas prácticas agropecuarias para la conservación del queule.	Protocolo de buenas prácticas agropecuarias con énfasis en resguardo de bosque nativo.	Un protocolo de buenas prácticas agropecuarias con énfasis en resguardo de bosque nativo.
	Porcentaje de sitios identificados con implementación de prácticas agropecuarias para la conservación del queule sitios identificados.	80% de los sitios identificados implementan prácticas agropecuarias para la conservación del queule.
1.5 Creación, promoción y uso de instrumentos legales y de fiscalización para la conservación del queule	Porcentaje anual de fiscalización de planes de manejo forestal, en los puntos donde hay presencia de queule (fiscalización y monitoreo)	Aumento en 20% anual de fiscalización de planes de manejo forestal, en los puntos donde hay presencia de queule (fiscalización y monitoreo), respecto al total de fiscalizaciones
	Porcentaje anual de procedimientos o instructivos de servicios públicos que incluyan la protección del queule y de su hábitat	Aumento en 20% anual de procedimientos o instructivos de servicios públicos que incluyan la protección del queule y de su hábitat.

Objetivo 2. Aumentar la protección del hábitat del queule y sus poblaciones

Líneas de Acción	Indicadores	Meta
2.1 Diseño e implementación de un programa de restauración y	Porcentaje de sitios priorizados que han implementado acciones de restauración.	80% de sitios priorizados que han implementado acciones de restauración.
	Porcentaje de superficie de sitios priorizados restaurada	60 % de superficie de sitios priorizados restaurada

protección del queule	Porcentaje de prendimiento (número de individuos que sobreviven al año de la plantación o germinación).	Aumento en un 40% de prendimiento (número de individuos que sobreviven al año de la plantación o germinación).
	Porcentaje de plántulas de queule por regeneración natural en las áreas bajo restauración	Aumento en un 30% de plántulas de queule por regeneración natural en las áreas bajo restauración
2.2 Aumento de áreas protegidas públicas o privadas e incorporación en regulaciones territoriales	Porcentaje de superficie con protección oficial u otros instrumentos de conservación u ordenamiento territorial con énfasis en la conservación de la especie dentro de su área de distribución actual	Aumento en un 20% de la superficie con protección oficial u otros instrumentos de conservación u ordenamiento territorial con énfasis en la conservación de la especie dentro de su área de distribución actual.
	Número adicional de áreas protegidas o instrumentos basados en áreas	Aumento de al menos dos áreas protegidas o instrumentos basados en áreas
2.3 Diseño e implementación de un programa de comunicación y difusión sobre la conservación del queule	Porcentaje de implementación de acciones de difusión	80% de acciones de difusión implementadas.
2.4 Diseñar e implementar un programa de educación y capacitación en torno al queule	Porcentaje de implementación de acciones de educación y capacitación	80% de acciones de educación implementadas.

Objetivo 3. Implementación de un sistema de información y monitoreo de las poblaciones de queule y su hábitat

Líneas de Acción	Indicadores	Meta
3.1 Elaboración e implementación de un sistema de información del queule en toda el área de extensión	Creación de Base de datos de la especie	Una Base de datos pública creada
	Porcentaje de ingreso de publicaciones y registros a la base de datos de la especie	Aumento en un 20% anual de publicaciones y registros ingresados a la base de datos en relación al año 1 de implementación de la plataforma
3.2 Promoción y desarrollo de investigación para el monitoreo de la especie y sus hábitats	Porcentaje de implementación de las líneas de investigación y monitoreo priorizadas en todas las áreas de distribución de la especie	Al menos un 80% de líneas de investigación y monitoreo priorizadas implementadas en todas las áreas de distribución de la especie

12. 2 Actividades por línea de acción

Actividades por línea de acción, plazos asociados, productos/resultados y responsables sugeridos.

Acción	Inicio de Ejecución	Duración de Acción	Producto o Resultado	Responsables
Objetivo 1. Disminuir las amenazas que afectan al queule en el área de distribución de la especie				
Línea de Acción 1.1 Control de incendios y prevención de daños de individuos y poblaciones de queule				
1.1.1 Constituir una mesa de coordinación, ejecución y seguimiento de acciones para prevenir, controlar y combatir incendios en las áreas priorizadas por tener presencia de queule (públicos y privados)	Año 1	Permanente	Acuerdos de la mesa/ Mapa con áreas delimitadas	Coordinador: CONAF Colaboradores: MMA, Municipalidades, Empresas Forestales, ONEMI
1.1.2 Priorizar la elaboración o actualización de los planes integrales de prevención de incendios en las comunas con presencia de queule	Año 2	3 año	Planes integrales elaborados	Coordinador: CONAF Colaboradores: Municipalidades
1.1.3 Capacitar a jefes de brigada de combates de incendios forestales en el manejo de sistemas de información territorial para reconocer áreas con presencia de queule, para planificar el combate	Año 2	Cada 2 años	Reporte de capacitaciones de Brigadistas capacitados	Coordinador: CONAF Colaboradores: Empresas Forestal
1.1.4 Establecer protocolo de alerta temprana en zona con presencia de queules para ser incluido en el protocolo	Año 1	1 año	Protocolo de alerta temprana. registro de eventos de alerta temprana	Coordinador: CONAF - ONEMI Colaboradores: Empresas Forestales
1.1.5 Difundir protocolos de acción frente a incendios a municipalidades, empresas forestales, propietarios/as de predios	Año 1	Cada dos años	Indicadores de disminución de incendios muestran una baja de incendios	Coordinador: CONAF Colaboradores: MMA, Municipalidades, Empresas Forestales, ONEMI, INDAP.

1.1.6 Capacitar y promover la formación de cuadrillas comunitarias destinadas a la disminución de material combustible cercano a queules e implementación de cortafuegos	Año 2	Permanente	Cuadrillas creadas	Coordinador: Municipios Colaboradores: Empresas Forestales, MMA
1.1.7 Promover la aplicación de un instrumento de fomento en apoyo a los pequeños y medianos propietarios que no cuentan con los recursos humanos, financieros ni tecnológicos para la prevención de incendios	Año 2	Permanente	Instrumento de fomento de apoyo definido e implementado (forma de operación)	Coordinador: MMA Colaboradores: INDAP, Municipios, Empresas Forestales
1.1.8 Evaluar vulnerabilidad de sitios (riesgo) frente a incendios forestales u otros eventos catastróficos	Año 1	Cada 2 años	Mapa de vulnerabilidad resaltando los factores de riesgo en cada uno	Coordinador: CONAF Colaboradores: Empresas Forestales, ONEMI, Liceos Técnicos
1.1.9 Desarrollar acciones del plan de educación ambiental para la prevención de incendios, enfocados en niños, niñas y adolescentes en áreas con presencia del queule	Año 1	Permanente	Acciones de educación para prevenir incendios implementadas	Coordinador: CONAF Colaboradores: Empresas Forestales, Municipios, Prodesal, INJUV
1.1.10 Incorporar como requisito la indicación de la presencia de queule en la autorización de los planes de quema programada de las faenas agrícolas y forestales para que se dispongan de medidas básicas que permitan la no afectación.	Año 2	Permanente	Solicitud de quemas con información sobre presencia de queule	Coordinador: CONAF Colaboradores: Empresas Forestales
1.1.11 Implementar un protocolo de control de daños post incendio, reconocimiento rápido de extensión de incendio y daño a los ejemplares para establecer medidas a seguir	Año 1	Permanente	Protocolo de control de daños post incendios	Coordinador: CONAF Colaboradores: Empresas Forestales, Municipalidades
Línea de Acción 1.2. Mejoramiento de la gestión de empresas forestales para la conservación del queule				
1.2.1 Identificar si todos los puntos o áreas con presencia de queule están dentro de AAVC de las empresas forestales u otra forma de resguardo en función de la actualización de la localización de la especie.	Año 1	Cada 2 años	Catastro/ censo/ mapeo de las poblaciones de queule en AAVC	Coordinador: MMA Colaboradores: Empresas Forestales

1.2.2 Participar en la elaboración o actualización de los Planes de Manejo de las AAVC de empresas forestales con queule para incorporar medidas de protección para el queule	Año 1	Cada 2 años	Planes de Manejo de AAVC con consideraciones de protección del queule	Coordinador: MMA Colaboradores: CONAF, Empresas Forestales
1.2.3 Seguimiento público anual de Planes de conservación AAVC con presencia de queule	Año 1	Permanente	Reporte semestral	Coordinador: MMA Colaboradores: CONAF, Empresas Forestales
1.2.4 Capacitar sobre protocolos estandarizados a Empresas de Servicios Forestales (EMSEFORs) para actividades como cosecha, poda, raleo, manejo residuos, etc. en áreas cercanas a queules	Año 2	Cada dos años	Reporte de capacitaciones Personas capacitadas	Coordinador: Empresas forestales Colaboradores: CONAF, MMA
1.2.5 Actualizar y realizar el seguimiento la aplicación de los protocolos estandarizados para la protección del queule que se encuentre inserto en la matriz de plantaciones exóticas para establecer consideraciones en las intervenciones silvícolas (construcción de caminos, poda, raleo, cosecha, etc.), la extracción y eliminación de pino y eucalipto en las áreas con presencia del queule (zona buffer)	Año 1	Cada 2 años	Protocolos actualizados	Coordinador: MMA Colaboradores: CONAF, Empresas Forestales
Línea de Acción 1.3 Fortalecimiento de la evaluación y protección de la especie en el SEIA				
1.3.1 Capacitar a evaluadores del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental en la biodiversidad del bosque nativo, con énfasis en reconocimiento de la especie en terreno, considerando sus distintas fases de desarrollo y estadíos	Año 2	Cada 3 años	Programa de capacitación a evaluadores SEA Evaluadores capacitados	Coordinador: MMA Colaboradores: SEA, CONAF, Municipalidades
1.3.2 Elaborar documentos técnicos de apoyo para la evaluación del queule en el SEIA considerando temas como levantamiento de línea base, medidas de mitigación,	Año 2	1 años	Documentos técnicos de evaluación elaborados	Coordinador: MMA Colaboradores: SEA, CONAF, Universidades.

reparación y compensación específica para queule (o bosque nativo)				
1.3.3 Fortalecer la participación ciudadana para la protección de la especie y su hábitat en el proceso de evaluación de proyectos a través de las gestiones de los municipios en difusión, capacitaciones e involucramiento de la comunidad para que realice observaciones a los proyectos	Año 1	Cada 2 años	Programa de difusión y participación ciudadana	Coordinador: MMA Colaboradores: SEA, CONAF, Municipios, SAG (solicitudes de subdivisiones prediales).
1.3.4 Promover la utilización del sistema de información del queule para la evaluación del proyecto (localización de proyectos, línea base, áreas de influencia)	Año 1	Permanente	Programa de difusión y participación ciudadana	Coordinador: MMA Colaboradores: SEA, CONAF
1.3.5 Promover la coordinación entre diferentes organismos que evalúan proyectos en el SEIA para fortalecer el análisis de la especie y los potenciales impactos de los proyectos	Año 1	Permanente	Documentos técnicos de evaluación elaborados con información más completa	Coordinador: MMA Colaboradores: SEA, CONAF, Municipalidades, SAG.
1.3.6 Promover el seguimiento de compromisos de los proyectos evaluados en el SEIA que se emplazan en áreas con presencia de queule por parte de la Superintendencia de Medio Ambiente	Año 1	Permanente	Resultados seguimiento de proyectos	Coordinador: MMA Colaboradores: SMA, SEA, organismos evaluadores
Línea de Acción 1.4 Desarrollo e implementación de un sistema integrado de buenas prácticas agropecuarias para la conservación del queule				
1.4.1 Identificar las buenas prácticas prioritarias para los distintos componentes o elementos que son parte del ecosistema donde está presente el Queule (suelos, follaje, frutos, otras especies acompañantes, etc.). Evaluar las opciones que contempla el proyecto +Bosques de CONAF/FAO en la implementación de estas prácticas.	Año 1	1 año	Buenas prácticas identificadas según componente	Coordinador: CONAF Colaboradores: MMA, INDAP, Empresas Forestales, Universidades con carreras relacionadas

1.4.2 Elaborar protocolos de buenas prácticas para colectores de germoplasma, productores de plantas y recolectores de frutos de queule	Año 2	1 año	Manuales de buenas prácticas	Coordinador: CONAF Colaboradores: MMA, INDAP, Empresas Forestales, Universidades con carreras relacionadas
1.4.3 Implementar buenas prácticas para la conservación del queule a través de alianzas territoriales y comunitarias orientada a pequeños y medianos propietarios forestales	Año 2	Cada 2 años	Elaboración y realización de proyectos piloto Incorporación de buenas prácticas en instrumentos de fomento	Coordinador: CONAF Colaboradores: Municipios, Empresas forestales, INDAP, Municipios
1.4.4 Evaluar la capacidad de carga del ganado de cada predio con presencia de queule e implementar la trazabilidad de los animales	Año 2	Cada 5 años	Programa periódico de evaluación	Coordinador: MMA Colaboradores: SAG, INDAP (PRODESAL), Universidades con carreras relacionadas.
1.4.5 Facilitar una mesa de trabajo con distintos servicios públicos para revisar los fondos de financiamiento y evaluar la cartera de incentivos, potenciando los incentivos positivos y redefiniendo los incentivos negativos que puedan afectar al queule	Año 1	Permanente	Mesa de trabajo creada	Coordinador: MMA Colaboradores: SAG, INDAP, Municipalidades, PRODESAL
1.4.6 Elaborar programa de implementación de sistemas agroforestales para pequeños agricultores con consideraciones de protección del queule	Año 2	1 año	Programa de implementación de sistemas agroforestales elaborado con consideraciones de protección del queule	Coordinador: MMA Colaboradores: INDAP, CONAF, Municipalidades, Propietarios
1.4.7 Implementar y realizar el seguimiento de sitios pilotos de buenas prácticas para capacitación, educación y transferencia tecnológica	Año 1	Cada 3 años	Sitios pilotos implementados	Coordinador: MMA Colaboradores: PRODESAL, INDAP, SAG, Municipalidades, GORE

Línea de Acción 1.5 Creación, promoción y uso de instrumentos legales y de fiscalización para la conservación del queule				
1.5.1 Solicitar la incorporación del Ministerio de Medio Ambiente en el Consejo de Política Forestal	Año 1	1 año	MMA integra la mesa de la política forestal	Coordinador: MMA Colaboradores: MINAGRI
1.5.2 Actualizar el protocolo de plantaciones forestales (Política Forestal 2015-2035) para incluir medidas de protección del queule	Año 2	1 año	Protocolo de plantaciones actualizado	Coordinador: Gerencia de CONAF
1.5.3 Generar instancias de discusión para fortalecer la protección de quebradas y revisión de aplicación de normativa vigente	Año 1	1 año	Resultados de seminario	Coordinador: Gerencia de CONAF Colaboradores: MMA, Universidades
1.5.4 Definir criterios para establecer zonas buffer de protección de la especie	Año 1	1 año	Criterios para definición de buffer de protección de queule establecidos	Coordinador: Gerencia de CONAF Colaboradores: MMA, SEA, SMA, Universidad de Talca, Universidad de Concepción, Universidad Católica del Maule
1.5.5 Promover la aprobación de la modificación de la Ley de Bosque Nativo para regular la extracción de tierra de hoja	Año 1	3 años	Talleres de discusión y sensibilización con parlamentarios	Coordinador: Dirección Ejecutiva y Gerencia de CONAF Colaboradores: MMA
1.5.6 Utilizar la información disponible en el sistema de información del queule para fortalecer la fiscalización de CONAF y otros organismos respecto a actividades que se realicen en áreas con presencia de la especie	Año 1	Permanente	Fiscalizaciones focalizadas en áreas con queule	Coordinador: Departamento de Fiscalización Forestal (DEFF) Regional de CONAF.

Acción	Inicio de Ejecución	Duración Acción	Producto o Resultado	Responsables
Objetivo 2. Aumentar la protección del hábitat del queule y sus poblaciones				
Línea de Acción 2.1 Diseño e implementación de un programa de restauración y protección del queule				
2.1.1 Identificar y mantener una base de datos de áreas/predios disponibles para acciones de restauración de ecosistemas boscosos para la conservación del queule.	Año 1	Actualizar cada 3 años	Base de datos implementada	Coordinador: MMA Colaboradores: CONAF, INDAP, Municipios, SAG, Propietarios que puedan propagar la especie
2.1.2 Diseñar planes de restauración de ecosistemas boscosos para la conservación del queule considerando factores como enriquecimiento de individuos aislados, generar áreas núcleos, dar conectividad a sitios cercanos, etc. con la participación de la comunidad local.	Año 1	1 año	Planes de restauración en coordinación con la Estrategia Nacional de Restauración de Paisaje	Coordinador: CONAF/MMA Colaboradores: Universidad de Talca, Universidad de Concepción, Universidad Católica del Maule
2.1.3 Implementar planes de restauración de ecosistemas boscosos para la conservación del queule considerando factores como enriquecimiento de individuos aislados, generar áreas núcleos, dar conectividad a sitios cercanos, etc. con la participación de la comunidad local.	Año 2	Cada 2 años	Planes de restauración en coordinación con la Estrategia Nacional de Restauración de Paisaje	Coordinador: CONAF/MMA Colaboradores: Universidad de Talca, Universidad de Concepción, Universidad Católica del Maule

2.1.4 Integrar las iniciativas de restauración en el Plan Nacional de Restauración y evaluar las opciones que contempla el proyecto +Bosques de CONAF/FAO en la implementación de actividades de restauración	Año 2	Permanente	Acciones de restauración de queule integradas a iniciativas nacionales	Coordinador: MMA Colaboradores: CONAF
2.1.5 Desarrollar un plan de conservación <i>ex situ</i> del queule y de especies acompañantes como herramienta de conservación	Año 1	1 año	Programa de conservación <i>ex situ</i> de queule coordinando actores locales	Coordinador: MMA Colaboradores: CONAF, Centro de Semillas CONAF, Viveros, Universidades, Institutos, Liceos Técnicos, INIA
2.1.6 Implementar un plan de conservación <i>ex situ</i> del queule y de especies acompañantes como herramienta de conservación	Año 1	Permanente	Programa de conservación <i>ex situ</i> de queule coordinando actores locales	Coordinador: MMA Colaboradores: CONAF, Centro de Semillas CONAF, Viveros, Universidades, Institutos, Liceos Técnicos, INIA
2.1.7 Identificar y establecer apoyos para el cercado de ejemplares/grupos de queule en terrenos de pequeños y medianos propietarios, priorizando ejemplares o poblaciones más vulnerables	Año 1	Cada 3 años	Superficie cercada para protección del queule	Coordinador: MMA Colaboradores: CONAF
2.1.8 Mantener zonas buffer en torno a poblaciones/grupos de queule e implementar buenas prácticas de protección de la especie	Año 1	Cada 2 años	Buenas prácticas implementadas en buffer	Coordinador: MMA Colaboradores: Universidad de Concepción, Universidad Católica del Maule, CONAF, Universidad de Talca
2.1.7 Mantener actualizado un catastro de especies invasoras vegetales que afecten al queule	Año 1	Cada 5 años	Ingreso de datos a iNaturalist Catastro actualizado	Coordinador: MMA Colaboradores: Universidades

2.1.8 Promover el manejo de especies exóticas invasoras como una herramienta de restauración	Año 1	Permanente	Áreas con presencia de queule con control de especies exóticas invasoras	Coordinador: CONAF Colaboradores: Empresas forestales, Universidades
Línea de Acción 2.2 Aumento de áreas protegidas públicas o privadas e incorporación en regulaciones territoriales				
2.2.1 Realizar un catastro y mantener base de datos actualizada de áreas prioritarias para la conservación del queule	Año 1	1 año	Catastro de áreas priorizadas	Coordinador: MMA Colaboradores: CONAF, Universidades, institutos, liceos técnicos.
2.2.2 Identificar y evaluar la factibilidad de crear áreas protegidas públicas y/o privadas en sectores con queule	Año 2	2 años	Áreas factibles de ser creadas	Coordinador: MMA Colaboradores: CONAF, Universidades
2.2.3 Identificar y evaluar factibilidad de implementar otras medidas de conservación basadas en áreas (OMEC) como por ejemplo Derecho Real de Conservación y RENAMU.	Año 2	2 años	Catastro de áreas	Coordinador: MMA Colaboradores: CONAF, Universidades
2.2.4 Integrar en los distintos instrumentos de planificación territorial comunal y regional, así como en las estrategias regionales de desarrollo los sitios de priorización para la conservación del queule	Año 2	Permanente	IPT con consideración de áreas priorizadas para la especie Áreas con presencia de queule priorizados en IPTs	Coordinador: Municipalidades Colaboradores: CONAF, Municipalidades, GORE
Línea de Acción 2.3 Diseño e Implementación de un programa de comunicación sobre la conservación del queule				
2.3.1 Elaborar e implementar campaña comunicacional sobre el valor del queule, como Monumento Natural, y su hábitat, así como las amenazas que enfrenta (tala ilegal, extracción de madera y tierra de hoja, incendios, etc)	Año 1	Permanente	Programa comunicacional elaborado Reporte de acciones implementadas Material	Coordinador: MMA Colaboradores: CONAF, Municipalidades,

			de difusión sobre la especie como Monumento Natural elaborado y difundido	Universidades, Universidades, institutos, liceos técnicos.
2.3.2 Gestionar la creación de un sistema de recorridos y senderos intercomunales en áreas con queule que conecten con actividades turísticas deportivas como ciclismo y trekking con actividades educativas enfocadas en el conocimiento de esta especie y sus bosques.	Año 2	2 años	Recorridos y senderos creados	Coordinador: Municipalidades Colaboradores: CONAF, INDAP (PRODESAL), propietarios
2.3.3 Proponer la implementación de senderos de observación y turismo en predios con bosque nativo de preservación o producción no maderera.	Año 2	Permanente	Recorridos y senderos creados	Coordinador: CONAF Colaboradores: INDAP (PRODESAL), Municipios, propietarios
Línea de Acción 2.4 Diseñar e Implementar un programa de educación y capacitación en torno al queule				
2.4.1 Diseñar un programa con acciones de educación y capacitación formal (a nivel escolar, universitaria y técnica) y no formal en torno al queule considerando actividades al aire libre en directo contacto con la especie y su entorno	Año 1	2 años	Programa de educación ambiental para la conservación del queule	Coordinador: MMA Colaboradores: CONAF, Municipalidades, Universidades
2.4.2 Capacitar en escuelas, institutos técnicos y actores de la comunidad para fomentar su valoración y fortalecer el monitoreo de la especie	Año 2	Cada 2 años	Informe de capacitación Personas capacitadas	Coordinador: MMA Colaboradores: CONAF, Municipalidades, Universidades, INDAP
2.4.3 Capacitar en buenas prácticas para la conservación del queule a propietarios con presencia confirmada o potencial de la especie (extracción de semillas, corta, actividades silvoagropecuarias, extracción de tierra de hoja, etc)	Año 1	Cada 2 años	Reporte de capacitaciones Personas capacitadas	Coordinador: CONAF/MMA Colaboradores: Municipalidades, INDAP.

2.4.4 Incorporar en el Programa de Extensión Forestal las buenas prácticas identificadas	Año 1	1 año	Programa de Extensión Forestal con consideraciones para la protección del queule	Coordinador: CONAF
2.4.5 Capacitar en la reducción de los planes de quema y promover la reincorporación de la materia orgánica al suelo como parte de la recuperación de las áreas degradadas.	Año 2	Permanente	Reporte de capacitaciones Personas capacitadas	Coordinador: CONAF/MMA Colaboradores: Empresas Forestales, Municipios, Prodesal. INDAP, SAG
2.4.6 Capacitar sobre las alternativas para obtener sustrato orientado a viveristas y comunidad en general, para disminuir la extracción inadecuada e indiscriminada de tierra de hoja.	Año 2	Cada 2 años	Reporte de capacitaciones Personas capacitadas	Coordinador: MMA Colaboradores: CONAF, Municipalidades, INDAP, SAG

Acción	Inicio de Ejecución	Duración Acción	Producto o Resultado	Responsables coordinador
Objetivo 3 Implementación de un sistema de información y monitoreo de las poblaciones de queule y su hábitat				
Línea de Acción 3.1 Implementación de un sistema de información y monitoreo de las poblaciones de queule y su hábitat				
3.1.1 Diseñar, elaborar y mantener actualizado el inventario del queule identificando atributos como ubicación, caracterización del sitio, número de individuos maduros, brinzales, árboles semilleros, áreas con regeneración natural, principales amenazas, entre otros.	Año 1	Cada 2 años	Reportes de actualización	Coordinador: MMA Colaboradores: CONAF, Universidad de Talca, Universidad de Concepción, Universidad Católica del Maule Institutos Técnicos con Silvicultura

3.1.2 Promover la realización de inventarios comunales para ser integrados al sistema de información del queule.	Año 1	Permanente	Inventarios comunales realizados	Coordinador: MMA Colaboradores: Municipidades, Institutos Técnicos con Silvicultura, Liceos, Técnicos, Universidades
3.1.3 Potenciar la aplicación iNaturalist mediante ciencia ciudadana	Año 1	Permanente	Ingreso de datos a iNaturalist	Coordinador: MMA
3.1.4 Establecer una red de comunicación para facilitar la coordinación entre actores públicos y privados mediante el intercambio y levantamiento de información.	Año 1	Permanente	Red de Comunicación creada	Coordinador: MMA Colaboradores: MMA, CONAF, INDAP, SEA, SMA, Universidades, Municipios, ONG
3.1.5 Realizar el seguimiento de los resultados de los programas de monitoreo de poblaciones de queule y sus amenazas en Áreas Silvestres Protegidas (públicas) y Áreas de Alto Valor de Conservación (privadas, empresas forestales)	Año 2	Permanente	Reportes o fichas de atributos Monitoreados para ser ingresados a base de datos de queule	Coordinador: CONAF Colaboradores: CONAF, Empresas Forestales
Línea de Acción 3.2 Promoción y desarrollo de investigación para el monitoreo de la especie y sus hábitats				
3.2.1 Definir y priorizar asesorías para el mejoramiento de información para el monitoreo de la especie	Año 1	Cada 3 años	Estudios de apoyo identificados	Coordinador: MMA Colaboradores: MMA, CONAF, Universidades
3.2.2 Actualizar información biológica sobre el queule (ciclo reproductivo de la especie, ecofisiología de la especie, genética, análisis dendrocronológicos)	Año 1	3 años	Actualización de información del queule	Coordinador: Universidades Colaboradores: Universidades

3.2.3 Evaluar requerimientos del queule para su establecimiento en terreno en el programa de conservación <i>ex situ</i> de la especie	Año 1	3 años	Requerimientos identificados para conservación <i>ex situ</i>	Coordinador: Universidades Colaboradores: Universidades, jardines botánicos
3.2.4 Manejar la regeneración de queule con ensayos <i>in situ</i> así como en ambiente controlado con la reproducción vegetativa, la poda y la semilla	Año 1	3 años	Resultados de estudios de ensayo	Coordinador: Universidades Colaboradores: Universidades,
3.2.5 Estimar el aumento del valor ecosistémico de las formaciones vegetacionales donde esté presente el queule (pre y post restauración)	Año 2	Año 2 y año 5	Valor ecosistémico evaluado	Coordinador: Universidades Colaboradores: Universidades
3.2.6 Evaluar medidas de mitigación del daño basal de los queules sea este por daño mecánico, por incendio, por corta, por ganado, entre otras.	Año 1	2 años	Evaluación de la efectividad de las medidas de mitigación	Coordinador: Universidades Colaboradores: Universidades
3.2.7 Evaluar y proponer la incorporación de líneas temáticas de cada año del fondo de investigación de la Ley 20.283, en apoyo a la conservación del queule para la implementación de estas acciones.	Año 1	Cada 4 años	Proyectos postulados por universidades o centros de investigación	Coordinador: Universidades Colaboradores: Universidades,

13. GRUPO DE SEGUIMIENTO, PROCEDIMIENTOS Y PERIODOS DE EVALUACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN

Grupo destinado a realizar el seguimiento de las acciones comprometidas para el éxito del plan según lo señalado en el procedimiento y periodos de evaluación de la implementación del Plan. El grupo de seguimiento para el Plan de Recuperación, Conservación y Gestión del Queule está conformado por:

- Representantes del Ministerio del Medio Ambiente
- Representantes de la Corporación Nacional Forestal
- Representantes del Instituto Forestal
- Representantes de la Municipalidad de Cobquecura
- Representantes de Municipalidad de Tomé
- Diego Muñoz, investigador
- Diego Alarcón, Investigador
- Pedro Garrido, investigador
- José San Martín, investigador
- Representantes de ONG Conciencia Sur y ONG Defensa Ambiental
- Roberto Francesconi, Ingeniero Forestal
- Representantes de Forestal ARAUCO
- Representantes de Forestal CMPC

La coordinación del grupo de seguimiento estará a cargo del Ministerio del Medio Ambiente, a través de la Seremi de Biobío, quienes sesionarán al menos cuatro veces por año para verificar el cumplimiento de las acciones definidas en el Plan. El cumplimiento de las acciones deberá ser reportado al Ministerio por parte de él o los órganos, personas jurídicas o personas naturales asignadas para cada acción, para su correcto seguimiento.

La implementación del plan se llevará a cabo en un horizonte de 10 años, periodo durante el cual, el Grupo de Seguimiento evaluará cada 2 años, o según estimen conveniente, replantear aquellas acciones que no estén siendo efectivas para lograr alcanzar las metas propuestas en el Plan.

14. COSTOS ESTIMADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN

La implementación del Plan de Recuperación, Gestión y Conservación de Queule se estima en US\$1.836.662 considerando un horizonte de 10 años. Este se desglosa en US\$789.389 para el cumplimiento del objetivo N°1, \$698.266; US\$ 805.522 para el cumplimiento del objetivo N°2, y US\$241.752 en el caso del Objetivo N° 3. La siguiente tabla presenta los costos del plan por objetivos y por línea de acción.

Objetivos y líneas de acción	Costo en dólares
Objetivo 1. Disminuir las amenazas que afectan al queule en el área de distribución de la especie	789.389
<i>Línea de Acción 1.1 Control de incendios y prevención de daños de individuos y poblaciones de queule</i>	256.435
<i>Línea de Acción 1.2. Mejoramiento de la gestión de empresas forestales para la conservación del queule</i>	108.424
<i>Línea de Acción 1.3 Fortalecimiento de la evaluación y protección de la especie en el SEIA</i>	202.948
<i>Línea de Acción 1.4 Desarrollo e implementación de un sistema integrado de buenas prácticas agropecuarias para la conservación del queule</i>	201.607
<i>Línea de Acción 1.5 Creación y Promoción de herramientas normativas y de fiscalización para la conservación del queule</i>	19.975
Objetivo 2. Aumentar la protección del hábitat del queule y sus poblaciones	805.522
<i>Línea de Acción 2.1 Diseño e Implementación de un programa de restauración y protección del queule</i>	450.628
<i>Línea de Acción 2.2 Aumento de áreas protegidas públicas o privadas e incorporación en regulaciones territoriales</i>	80.346
<i>Línea de Acción 2.3 Diseño e Implementación de un programa de comunicación sobre la conservación del queule</i>	121.933
<i>Línea de Acción 2.4 Diseñar e Implementar un programa de educación y capacitación en torno al queule</i>	152.615
Objetivo 3 Implementación de un sistema de información y monitoreo de las poblaciones de queule y su hábitat	241.752
<i>Línea de Acción 3.1 Implementación de un sistema de información y monitoreo de las poblaciones de queule y su hábitat</i>	63.229
<i>Línea de Acción 3.2 Promoción y desarrollo de investigación para el monitoreo de la especie y sus hábitats</i>	178.523
TOTAL	1.836.662

La estimación de costos calcula el valor presente neto para cada una de las acciones definidas por el plan (70 Acciones), considerando una tasa de inversión social del 6% definida por el Ministerio de

Desarrollo Social¹⁵ para proyectos sociales y un periodo variable dependiendo de los plazos definidos para cada acción que van desde 1 año hasta 10.

Los costos presentados en este Plan corresponden a una evaluación de todas las acciones descritas en el mismo, pudiéndose valorar monetariamente 66 acciones que corresponde al 94% del total de acciones.

15. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alarcón D. y Cavieres L. 2014. Climate change effects in Mediterranean Maulino Forests. Poster.

Albert F. 1924. Materias primas vegetales y animales. Soc. Impr. Lit. Universo, Santiago.

Armesto J, Villagrán C, Donoso C. 1994. Desde la era glacial a la industrial: La historia del bosque templado chileno. Ambiente y Desarrollo 10(1):66-72.

Bustamante R. y Guerrero P. 2009. Abiotic alterations caused by forest fragmentation affect tree regeneration: a shade and drought tolerance gradient in the remnants of Coastal Maulino Forest. Revista chilena de historia natural 82(3): 413-429.

CONAF. Estadística de ocurrencia de incendio y daño por comuna de 1985 a 2018.

Crepet W.L., K. Nixon, D. Grimaldi & M. Riccio. 2016. A mosaic Lauralean flower from the Early Cretaceous of Myanmar. American Journal of Botany 103(2): 290-297.

Díaz-Hormazábal I. y González M. 2016. Análisis espacio-temporal de incendios forestales en la región del Maule, Chile. Bosque (Valdivia) 37(1): 147-158.

Donoso C. y Cabello A. 1978 Antecedentes fenológicos y de germinación de especies leñosas chilenas. Ciencias Forestales (Chile) 1: 31-41.

Fuentes N, Sánchez P, Pauchard A, Urrutia J, Cavieres L, Marticorena A. 2014. Plantas invasoras del centro-sur de Chile: una guía de campo. Laboratorio de Invasiones Biológicas (LIB), Universidad de Concepción, Chile.

González M, Lara A, Urrutia R. y Bosnich J. 2011. Cambio climático y su impacto potencial en la ocurrencia de incendios forestales en la zona centro-sur de Chile (33° - 42° S). Bosque (Valdivia) 32(3):215-219.

Hasbun R, González J, Iturra C, Fuentes G, Alarcón D. (2016) Using Genome-Wide SNP Discovery and Genotyping to Reveal the Main Source of Population Differentiation in *Nothofagus dombeyi* (Mirb.) Oerst. in Chile. International Journal of Genomics 2016 Article ID 3654093 <https://doi.org/10.1155/2016/3654093>

INE 2014. Proyecciones de población 2002-2020. Comunas: Evolución de algunos indicadores demográficos 2002-2020.

15 Precios Sociales 2017. Ministerio de Desarrollo Social (MDS). 2017.

- Kull T. y Jaaska V. 2014. High Clonal and Low Sexual Reproduction in Fragmented Populations of *Astragalus arenarius* (Fabaceae) at the Northern Edge of its Geographic Range. *Annales Botanici Fennici* 51(1-2): 90-100
- Lander T, Harris SA, Boshier DH. 2009. Flower and fruit production and insect pollination of the endangered Chilean tree, *Gomortega keule* in native forest, exotic pine plantation and agricultural environments. *Revista Chilena de Historia Natural* 82:403–412.
- Le Quesne C, Stark D. 2006. *Gomortega keule* (Mol.) Baillon. En: Donoso C (ed) *Las especies arbóreas de los bosques templados de Chile y Argentina, Autoecología*. Marisa Cuneo Ediciones, Valdivia, pp 277–284.
- Mandujano-Sánchez MC. 2007. La clonalidad y sus efectos en la biología de poblaciones. En: Eguiarte L.E., Souza V. y Aguirre X. *Comp. Ecología Molecular*, pp. 215–250, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales–Instituto Nacional de Ecología–Universidad Nacional Autónoma de México–Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F.
- Marticorena C. 1992. Composición de la flora vascular de Chile. En: *Flora silvestre de Chile* (Grau C, Zizka G, Eds.). Palmengarten 19, Stadt Frankfurt am Main, Germany, pp. 71-79.
- Muñoz-Concha D. 2018. *Queule (Gomortega keule)* y su propagación in vitro. *Revista Chagual* 6:42-49.
- Muñoz-Concha D, Muñoz K., Loayza AP. 2020. Anachronic fruit traits and natural history suggest extinct megafauna herbivores as the dispersers of an endangered tree. *Plants-Basel* 9(11):1492.
- Muñoz-Concha D., Davey M. 2011. *Gomortega keule*, the neglected and endangered Chilean fruit tree. *European Journal of Forest Research* 130:677-693.
- Muñoz-Concha D., Saud S. 2011. Flowering and fruiting phenology of the endangered Chilean tree *Gomortega keule*. *New Zealand Journal of Botany* 49 497-502.
- Reiche K. 1934. *Geografía Botánica de Chile*. Imprenta Universitaria, Santiago de Chile
- Nishida M., H. Nishida & T. Ohsawa. 1989. Comparison of the petrified woods from the cretaceous and tertiary of Antarctica and Patagonia. *Proceedings of the NIPR Symposium on Polar Biology* 2: 198-212.
- Renner S.S. 2005. Variation in diversity among Laurales, early Cretaceous to present. *Biologische Skrifter - Videnskaberne Selskab* 55: 441-458.
- Riedemann, P. y G. Aldunate. 2003. *Flora nativa de valor ornamental. Identificación y Propagación. Zona Sur*. Editorial Andrés Bello, 516 pp.
- Rodríguez D. (2008). Federico Luebert y Patricio Pliscoff. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. *Revista de geografía Norte Grande*: 40: 105-107.
- Rojas C, de la Barrera F, Aranguíz T, Munizaga J y Pino J. 2017. Efectos de la urbanización sobre la conectividad ecológica de paisajes metropolitanos. *Revista Universitaria de Geografía* 26(2): 155-182.
- Saavedra D y Matamala C. 2000. *Keule una especie única y en peligro de extinción*. V Congreso Internacional de Gestión en Recursos Naturales. Valdivia, Chile. Programa y Libro de Resúmenes. 138 p.

- San Martín J. y Sánchez A. 2000. Las comunidades relictas de *Gomortega keule* (*Gomortegaceae*, *Magnoliopsida*) en Chile central. *Anales Jard. Bot. Madrid* 57(2):317-326.
- Serra M, Gajardo R, Cabello A. 1986. Ficha técnica de especies amenazadas: *Gomortega keule* (Mol.) Baillon “Keule” (*Gomortegaceae*), especie en peligro. Santiago, Corporación Nacional Forestal. 18 p.
- Tacón A, Fernández U, Ortega F. 1999. El mercado de los PFNM y su papel en la conservación de la ecorregión de los bosques valdivianos. WWF- Red PFNM de Chile. Valdivia. 200 pp.
- Torrejón F. y Cisternas M. 2003. Impacto ambiental temprano en la Araucanía deducido de crónicas españolas y estudios historiográficos. *Bosque* 24(3): 45-55.
- Villa A. y Benoit I. (eds.). 2005. Plan Nacional de Conservación del Queule, *Gomortega keule* (Mol.) Baillon, en Chile; pp: 5-27. En: Planes Nacionales de Conservación del Queule, *Gomortega keule* (Mol.) Baillon, y Pitao, *Pitavia punctata* (Ruiz et Pavón) Mol., en Chile. Corporación Nacional Forestal, CONAF. Santiago, Chile. 43 pp.
- Villegas P, Le Quesne C. y Lusk C. 2003. Estructura y dinamica de una población de *Gomortega keule* (Mol.) Baillon en un rodal antiguo de Bosque Valdiviano, Cordillera de Nahuelbuta, Chile. *Gayana. Botánica* 60(2): 107-113.

16. ANEXOS

16.1 Grupo de Elaboración de acuerdo a la Resolución Exenta N° 1367 del 9 de noviembre del 20 de noviembre del 2020 y la Resolución Exenta N° 1119 del 30 de septiembre agosto de 2021:

- 1) Jorge Urrutia Reyes, Jorge Jorquera González y Valeria Mellado Reyes en representación del Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP)
- 2) Alberto Bordeau, Felipe Barrios, Alexis Villa, Jorge Arriagada González, Christian Carrasco y Christopher Sepúlveda en representación de la Corporación Nacional Forestal (CONAF)
- 3) Katherine Bello y Mauricio Soto en representación del Ministerio de Minería.
- 4) Eduardo Aguilera Aguilera en representación de la Municipalidad de Tomé
- 5) Marcela Pedraza Beltrán en representación de la Municipalidad de los Álamos.
- 6) Danilo Vargas Espejo y Cynthia Escares en representación de la Municipalidad de Penco.
- 7) Cesar Águila Pérez en representación de la Municipalidad de Cobquecura.
- 8) Francisco Rodríguez Aspillaga en representación de Forestal CMPC
- 9) Juan Anzieta de en representación Forestal Arauco S.A.
- 10) Margarita Celia Plá en representación de Masisa S.A.
- 11) Ariana Bertín Benavides en representación del Laboratorio Epigenética Vegetal, de Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de Concepción.
- 12) Persy Gómez de la Fuente en representación del Jardín Botánico de la Universidad de Taka.
- 13) Rodrigo Hasbún Zaror en representación de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de Concepción.
- 14) Pedro Garrido Vásquez en representación de Ciencias Forestales de la Universidad de Taka.
- 15) Cristian Echeverría en representación del Laboratorio Ecología de Paisaje de la Universidad de Concepción.
- 16) Diego Muñoz Concha en representación de la Escuela de Agronomía de la Universidad Católica del Maule
- 17) María José Parra Morada en representación de la Facultad de Ciencias Universidad San Sebastián.
- 18) Diego Alarcón Abarca en representación del Departamento de Botánica de la Universidad de Concepción.

19) Roberto Francesconi- Riquelme en representación Coordinadora Regional de Medio Ambiente

20) Ricardo Cuevas Sbarbaro en representación del Comité Ambiental Comunal de Tomé

21) Nicolas Labán Mulkey en representación de la ONG Costa Sur

22) Meliza González Cáceres e Isabó Echeverría Valenzuela en representación del Ministerio de Energía.

23) María Cecilia Jimenez, Patricia Carrasco Lagos, Fabiola Lara Salinas, Andrés Jacques, Luis Opazo Urrutia. Marta Solís Moscada y Leonora Rojas Salinas en representación del Ministerio de Medio Ambiente

16.2 Grupo de redacción

Marta Solís, SEREMI de Medio Ambiente, Ñuble

María Cecilia Jiménez, SEREMI del Medio Ambiente, Biobío

Ariana Bertin, ONG Conciencia Sur, Laboratorio Epigenética Universidad de Concepción

Marcela Aracena, Vivero Municipal, Municipalidad de Tomé

Diego Alarcón, Investigador del IEB (Instituto de Ecología y Biodiversidad) y Departamento de Botánica de la Universidad de Concepción

Leonora Rojas, Profesional del Departamento Conservación de Especies, MMA

Nicolás Labán, ONG Costa Sur

Roberto Francesconi, Programa Queule Biobío, Coordinadora Ambiental

Diego Muñoz, Universidad Católica del Maule

Alexis Villa, Departamento Área silvestres protegidas CONAF, Maule

Fabiola Lara, Coordinadora Iniciativa Especies, Amenazadas MMA/FAO

Andrés Jacques, Planificación Territorial Iniciativa Conservación de especies Amenazadas, MMA/FAO

Fernanda Arellano, Asistente Técnica Iniciativa Conservación de especies Amenazadas, MMA/FAO

Edición del Plan de Recuperación, Conservación y Gestión del queule (Plan RECOGE) Leonora Rojas Salinas, Departamento de Conservación de Especies del Ministerio del Medio Ambiente

Ministerio del Medio Ambiente (2020)

16.3 Cronograma de acciones por año de ejecución del Plan RECOGE de *Gomortega queule*

Acción	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Objetivo 1. Disminuir las amenazas que afectan al queule en el área de distribución de la especie										
Línea de Acción 1.1 Control de incendios y prevención de daños de individuos y poblaciones de queule										
1.1.1 Constituir una mesa de coordinación, ejecución y seguimiento de acciones para prevenir, controlar y combatir incendios en las áreas priorizadas por tener presencia de queule (públicos y privados)										
1.1.2 Priorizar la elaboración o actualización de los planes integrales de prevención de incendios en las comunas con presencia de queule										
1.1.3 Capacitar a jefes de brigada de combates de incendios forestales en el manejo de sistemas de información territorial para reconocer áreas con presencia de queule, para planificar el combate										
1.1.4 Establecer protocolo de alerta temprana en zona con presencia de queules para ser incluido en el protocolo										
1.1.5 Difundir protocolos de acción frente a incendios a municipalidades, empresas forestales, propietarios/as de predios										
1.1.6 Capacitar y promover la formación de cuadrillas comunitarias destinadas a la disminución de material combustible cercano a queules e implementación de cortafuegos										
1.1.7 Promover la aplicación de un instrumento de fomento en apoyo a los pequeños y medianos propietarios que no cuentan con los recursos humanos, financieros ni tecnológicos para la prevención de incendios										
1.1.8 Evaluar vulnerabilidad de sitios (riesgo) frente a incendios forestales u otros eventos catastróficos										
1.1.9 Desarrollar acciones del programa de educación ambiental para la prevención de incendios, enfocados en										

Acción	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
niños, niñas y adolescentes en áreas con presencia del queule										
1.1.10 Incorporar como requisito la indicación de la presencia de queule en la autorización de los planes de quema programada de las faenas agrícolas y forestales para que se dispongan de medidas básicas que permitan la no afectación.										
1.1.11 Implementar un protocolo de control de daños post incendio, reconocimiento rápido de extensión de incendio y daño a los ejemplares para establecer medidas a seguir										
Línea de Acción 1.2. Mejoramiento de la gestión de empresas forestales para la conservación del queule										
1.2.1 Identificar si todos los puntos o áreas con presencia de queule están dentro de AAVC de las empresas forestales u otra forma de resguardo en función de la actualización de la localización de la especie.										
1.2.2 Participar en la elaboración o actualización de los Planes de Manejo de las AAVC de empresas forestales con queule para incorporar medidas de protección para el queule										
1.2.3 Seguimiento de Planes de conservación AAVC con presencia de queule (el seguimiento puede ser llevado por el grupo de seguimiento del plan RECOGE)										
1.2.4 Capacitar sobre protocolos estandarizados a Empresas de Servicios Forestales EMSEFORs para actividades como cosecha, poda, raleo, manejo residuos, etc. en áreas cercanas a queules										
1.2.5 Actualizar y realizar el seguimiento de la aplicación de los protocolos estandarizados para la protección del queule que se encuentre inserto en la matriz de plantaciones exóticas para establecer consideraciones en las intervenciones silvícolas (construcción de										

Acción	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
caminos, poda, raleo, cosecha, etc.) y la extracción y eliminación de pino y eucalipto en las áreas con presencia del queule (zona buffer)										
Línea de Acción 1.3 Fortalecimiento de la evaluación y protección de la especie en el SEIA										
1.3.1 Capacitar a evaluadores del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental en la biodiversidad del bosque nativo, con énfasis en reconocimiento de la especie en terreno, considerando sus distintas fases de desarrollo y estadíos										
1.3.2 Elaborar documentos técnicos de apoyo para la evaluación del queule en el SEIA considerando temas como levantamiento de línea base, medidas de mitigación, reparación y compensación específica para queule (o bosque nativo)										
1.3.3 Fortalecer la participación ciudadana para la protección de la especie y su hábitat en el proceso de evaluación de proyectos a través de las gestiones de los municipios en difusión, capacitaciones e involucramiento de la comunidad para que realice observaciones a los proyectos										
1.3.4 Promover la utilización del sistema de información del queule para la evaluación del proyecto (localización de proyectos, línea base, áreas de influencia)										
1.3.5 Promover la coordinación entre diferentes organismos que evalúan proyectos en el SEIA para fortalecer el análisis de la especie y los potenciales impactos de los proyectos										
1.3.6 Promover el seguimiento de compromisos de los proyectos evaluados en el SEIA que se emplazan en áreas con presencia de queule por parte de la Superintendencia de Medio Ambiente										
Línea de Acción 1.4 Desarrollo e implementación de un sistema integrado de buenas prácticas agropecuarias para la conservación del queule										

Acción	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
1.4.1 Identificar las buenas prácticas prioritarias para los distintos componentes o elementos que son parte del ecosistema donde está presente el Queule (suelos, follaje, frutos, otras especies acompañantes, etc.). Evaluar las opciones que contempla el proyecto +Bosques de CONAF/FAO en la implementación de estas prácticas.										
1.4.2 Elaborar protocolos de buenas prácticas para colectores de germoplasma, productores de plantas y recolectores de frutos.										
1.4.3 Implementar buenas prácticas para la conservación del queule a través de alianzas territoriales y comunitarias orientada a pequeños y medianos propietarios forestales										
1.4.4 Evaluar la capacidad de carga del ganado de cada predio con presencia de queule e implementar la trazabilidad de los animales										
1.4.5 Facilitar una mesa de trabajo con distintos servicios públicos para revisar los fondos de financiamiento y evaluar la cartera de incentivos, potenciando los incentivos positivos y redefiniendo los incentivos negativos										
1.4.6 Elaborar un programa de implementación de sistemas agroforestales para pequeños agricultores con presencia de queule en sus predios										
1.4.7 Implementar y realizar el seguimiento de sitios pilotos de buenas prácticas para desarrollar capacitación, educación y transferencia tecnológica										
Línea de Acción 1.5 Creación y Promoción de herramientas normativas y de fiscalización para la conservación del queule										
1.5.1 Solicitar la incorporación del Ministerio de Medio Ambiente en el Consejo de Política Forestal										

Acción	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
1.5.2 Actualizar el protocolo de plantaciones forestales (Política Forestal 2015-2035)										
1.5.3 Generar instancias de discusión para fortalecer la protección de quebradas y revisión de aplicación de normativa vigente										
1.5.4 Definir criterios para establecer zonas buffer de protección de la especie										
1.5.5 Promover la aprobación de la modificación de la Ley de Bosque Nativo para regular la extracción de tierra de hoja										
1.5.6 Utilizar la información disponible en el sistema de información del queule para fortalecer la fiscalización de CONAF y otros organismos respecto a actividades que se realicen en áreas con presencia de la especie										
Objetivo 2. Aumentar la protección del hábitat del queule y sus poblaciones										
Línea de Acción 2.1 Diseño e Implementación de un programa de restauración y protección del queule										
1 Identificar y mantener una base de datos de áreas/predios disponibles para acciones de restauración de ecosistemas boscosos para la conservación del queule										
2.1.2 Diseñar planes de restauración de ecosistemas boscosos para la conservación del queule considerando factores como enriquecimiento de individuos aislados, generar áreas núcleos, dar conectividad a sitios cercanos, etc. con la participación de la comunidad local.										
2.1.3 Implementar planes de restauración de ecosistemas boscosos para la conservación del queule considerando factores como enriquecimiento de individuos aislados, generar áreas núcleos, dar conectividad a sitios cercanos, etc. con la participación de la comunidad local.										

Acción	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
2.1.4 Integrar las iniciativas de restauración en el Plan Nacional de Restauración y evaluar las opciones que contempla el proyecto +Bosques de CONAF/FAO en la implementación de actividades de restauración										
2.1.5 Desarrollar un plan de conservación ex situ del queule y de especies acompañantes como herramienta de conservación										
2.1.6 Implementar un plan de conservación ex situ del queule y de especies acompañantes como herramienta de conservación										
2.1.7 Identificar y establecer apoyos para el cercado de ejemplares/grupos de queule en terrenos de pequeños y medianos propietarios, priorizando ejemplares o poblaciones más vulnerables										
2.1.8 Mantener zonas buffer en torno a poblaciones/grupos de queule e implementar buenas prácticas de protección de la especie										
2.1.9 Mantener actualizado un catastro de especies invasoras que afecten al queule										
2.1.10 Promover el manejo de especies exóticas invasoras como una herramienta de restauración										
Línea de Acción 2.2 Aumento de áreas protegidas públicas o privadas e incorporación en regulaciones territoriales										
2.2.1 Realizar un catastro y mantener base de datos actualizada de áreas prioritarias para la conservación del queule										
2.2.2 Identificar y evaluar la factibilidad de crear áreas protegidas públicas y/o privadas en sectores con queule										
2.2.3 Identificar y evaluar factibilidad de implementar otras medidas de conservación basadas en áreas (OMEC) como por ejemplo Derecho Real de Conservación y RENAMU.										

Acción	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
2.2.4 Integrar en los distintos instrumentos de planificación territorial comunal y regional, así como en las estrategias regionales de desarrollo los sitios de priorización para la conservación del queule										
Línea de Acción 2.3 Diseño e Implementación de un programa de comunicación sobre la conservación del queule										
2.3.1 Elaborar e implementar campaña comunicacional sobre el valor del queule, como Monumento Natural, y su hábitat, así como las amenazas que enfrenta (tala ilegal, extracción de madera y tierra de hoja, incendios, etc)										
2.3.2 Gestionar la creación de un sistema de recorridos y senderos intercomunales en áreas con queule que conecten con actividades turísticas deportivas como ciclismo y trekking con actividades educativas enfocadas en el conocimiento de esta especie y sus bosques.										
2.3.3 Proponer la implementación de senderos de observación y turismo en predios con bosque nativo de preservación o producción no maderera.										
Línea de Acción 2.4 Diseñar e Implementar un programa de educación y capacitación en torno al queule										
2.4.1 Diseñar un programa con acciones de educación y capacitación formal (a nivel escolar, universitaria y técnica) y no formal en torno al queule considerando actividades al aire libre en directo contacto con la especie y su entorno										
2.4.2 Capacitar en escuelas, institutos técnicos y actores de la comunidad para fomentar su valoración y fortalecer el monitoreo de la especie										
2.4.3 Capacitar en buenas prácticas para la conservación del queule a propietarios con presencia confirmada o potencial de la especie (extracción de semillas, corta, actividades silvoagropecuarias, extracción de tierra de hoja, etc)										

Acción	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
2.4.4 Incorporar en el Programa de Extensión Forestal las buenas prácticas identificadas										
2.4.5 Capacitar en la reducción de los planes de quema y promover la reincorporación de la materia orgánica al suelo como parte de la recuperación de las áreas degradadas.										
2.4.6 Capacitar sobre las alternativas para obtener sustrato orientado a viveristas y comunidad en general, para disminuir la extracción inadecuada e indiscriminada de tierra de hoja.										
Objetivo 3 Implementación de un sistema de información y monitoreo de las poblaciones de queule y su hábitat										
Línea de Acción 3.1 Implementación de un sistema de información y monitoreo de las poblaciones de queule y su hábitat										
3.1.1 Diseñar, elaborar y mantener actualizado el inventario del queule identificando atributos como ubicación, caracterización del sitio, número de individuos maduros, brinzales, árboles semilleros, áreas con regeneración natural, principales amenazas, entre otros.										
3.1.2 Promover la realización de inventarios comunales para ser integrados al sistema de información del queule.										
3.1.3 Potenciar la aplicación iNaturalist mediante ciencia ciudadana										
3.1.4 Establecer una red de comunicación para facilitar la coordinación entre actores públicos y privados mediante el intercambio y levantamiento de información.										
3.1.5 Realizar el seguimiento de los resultados de los programas de monitoreo de poblaciones de queule y sus amenazas en Áreas Silvestres Protegidas (públicas) y Áreas de Alto Valor de Conservación (privadas, empresas forestales)										

Acción	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Línea de Acción 3.2 Promoción y desarrollo de investigación para el monitoreo de la especie y sus hábitats										
3.2.1 Definir y priorizar asesorías para el mejoramiento de información para el monitoreo de la especie										
3.2.2 Actualizar información biológica sobre el queule (ciclo reproductivo de la especie, ecofisiología de la especie, genética, análisis dendrocronológicos)										
3.2.3 Evaluar requerimientos del queule para su establecimiento en terreno en el programa de conservación <i>ex situ</i> de la especie										
3.2.4 Manejar la regeneración de queule con ensayos <i>in situ</i> así como en ambiente controlado con la reproducción vegetativa, la poda y la semilla										
3.2.5 Estimar el aumento del valor ecosistémico de las formaciones vegetacionales donde esté presente el queule (pre y post restauración)										
3.2.6 Evaluar medidas de mitigación del daño basal de los queules sea este por daño mecánico, por incendio, por corta, por ganado, entre otras.										
3.2.7 Evaluar y proponer la incorporación de líneas temáticas de cada año del fondo de investigación de la Ley 20.283, en apoyo a la conservación del queule para la implementación de estas acciones.										