



UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN  
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES  
INGENIERÍA EN CONSERVACIÓN DE RECURSOS NATURALES

**LÍNEA BASE PARA LA RESTAURACIÓN DE *CITRONELLA*  
*MUCRONATA* EN LA COMUNA DE PENCO**

Tesis presentada a la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de  
Concepción para otorgar al título profesional de Ingeniero en Conservación de  
Recursos Naturales

POR: Matías Ignacio Gutiérrez Gutiérrez

Profesora Guía: Paula Meli

Marzo, 2024

Concepción, Chile

© 2024, Matías Ignacio Gutiérrez Gutiérrez

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento

LÍNEA BASE PARA LA RESTAURACIÓN DE CITRONELLA MUCRONATA EN LA  
COMUNA DE PENCO



Profesora Guía

---

Paula Meli

Profesora Asistente

Bióloga, Dra.



Profesor Guía

---

Cristián Mauricio Echeverría Leal

Profesor Titular

Ingeniero Forestal, PhD

## AGRADECIMIENTOS

*“...Porque separados de mí nada podéis hacer”*

*Jesús*

Si debo agradecerle a alguien, debe ser Dios, ya que sin Él no sé dónde estaría ni hubiese llegado hasta aquí.

Le agradezco por mi madre que sé cuánto oró estos años para que me ayudara y le escuchó. Le agradezco por mis abuelos, que pese a su edad siempre hicieron el esfuerzo de apoyarme y ayudarme en todo lo que pudieron.

Le agradezco por la oportunidad que me dio de conocer a mis amigos. Por Fernanda y todas las veces que me recibió en su casa para llegar temprano a clases; por Raúl y esas juntas para servirnos café y galletitas, y por Javiera, que hasta el último momento me ayudó en todos los trabajos e informes, incluso parte de este proyecto es posible gracias a ella, si enumerase cada una de las veces que me ayudaron, tendría más páginas de agradecimientos que del estudio. Que Dios les bendiga y acompañe cada día de sus vidas y así a muchos más que me acompañaron en este camino a Javiera Anastasia, Fer, Luis, Makarena y así tantos más.

Agradecer por los hermanos y hermanas de mi iglesia El Faro y por mis pastores, quienes siempre se mantuvieron orando por mí para que me fuese bien en todo

y no solo por mí, sino también por mis amigas del grupo de jóvenes que también están estudiando, Dios les de la fuerza y la sabiduría que necesitan para terminar esta etapa.

Por su puesto también agradecer por la Dra. Paula Meli, la cual me recibió como alumno tesista y me ayudó a guiar y estructurar este trabajo, además de contactarme con personas que podían ayudarme a llevar a cabo este proyecto y por el Phd Cristian Echeverría el cual me facilitó sus trabajos y metodologías para planificar este proyecto.

Y, por último, pero no menos importante, agradecer a Dios por Valeria, Oscar y Daniel, quienes se dieron tiempo para acompañarme a los terrenos pese a lo difícil de los lugares y por ayudarme a levantar toda la información que necesité para este proyecto.

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. METODOLOGÍA.....	6
2.1 Descripción del área de estudio.....	6
2.2 Descripción del objeto de estudio .....	7
2.3 Atributos seleccionados .....	8
2.4 Levantamiento de datos de los atributos de composición, función y estructura .....	9
2.5 Identificación de amenazas presentes.....	11
III. RESULTADOS .....	12
3.1 Distribución de puntos de presencia de individuos. ....	12
3.2 Evaluación de indicadores para los atributos de composición y función.....	13
3.3 Estructura poblacional de <i>C. mucronata</i> . ....	15
3.4 Identificación de amenazas. ....	17
IV. DISCUSIÓN .....	19
4.1 Implicancias para la conservación .....	24
4.2 Limitaciones del proyecto .....	24
V. CONCLUSIONES.....	26
VI. GLOSARIO.....	27
VII. BIBLIOGRAFÍA .....	28
VIII. APÉNDICE.....	32

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Atributos e indicadores seleccionados para el estudio .....	9
Tabla 2. Resultado de las mediciones en las parcelas.....	14
Tabla 3. Resultado de la identificación de amenazas.....	18

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1. Cambio de uso de suelo en la comuna.....	7
Figura 2. Área de estudio y parcelas de muestreo... ..	11
Figura 3. Mapa de ocurrencia de la especie .....	12
Figura 4. Estructura de la población.....	15
Figura 5. Frecuencias de altura.....	16
Figura 6. Frecuencias de DAP .....	17

## RESUMEN

El bosque nativo en la localidad de Penco se ha visto severamente afectado debido a la transformación del paisaje a causa de la expansión forestal, la cual cubre un 75% de la superficie del territorio aproximadamente. Actualmente, queda un pequeño remanente de 251 hectáreas aproximadamente, distribuido en pequeños parches donde solo uno de ellos supera las 10 hectáreas en extensión. Esto ha provocado una reducción en la población de especies endémicas amenazadas, entre ellas *Citronella mucronata*. En este estudio se planteó realizar una línea base para la restauración del hábitat de la especie dentro del área de la cuenca del río Penco. Para ello se establecieron tres parcelas rectangulares de 20 x 25 m en distintos puntos de la zona de estudio donde se midió presencia de amenazas, regeneración a partir de semilla, riqueza de especies y su proporción entre nativas y exóticas. Además, se midió diámetro a la altura de pecho y altura de los individuos de *C. mucronata* encontrados en los recorridos por el área de estudio. Los resultados mostraron una baja abundancia de individuos maduros de la especie con gran concentración de individuos jóvenes, pero que constituyen tocones de árboles previamente cortados y en rebrote, con casi nula regeneración por germinación de semillas y una proporción que muestra mayor riqueza de especies nativas en las tres parcelas medidas. Las principales amenazas identificadas fueron la presencia de tocones de árboles cortados fue la más presente. Se concluye que, debido al estado degradado de la población de *C. mucronata* y su hábitat en la comuna, es necesario realizar esfuerzos de restauración para la especie con el fin de preservar y asegurar la supervivencia de su población en el tiempo.

## ABSTRACT

The native forest in the locality of Penco has been severely affected due to landscape transformation caused by forest expansion, which covers approximately 75% of the territory's surface. Currently, there remains a small remnant of approximately 251 hectares distributed in small patches, where only one of them exceeds 10 hectares in extension. This has led to a reduction in the population of threatened endemic species, including *Citronella mucronata*. This study aimed to establish a baseline for the restoration of the species' habitat within the area of the Penco River basin. To achieve this, three rectangular plots of 20 by 25 m were established at different points in the study area, where threats presence, regeneration from seeds, species richness, and their proportion between native and exotic were measured. Additionally, the diameter at breast height and height of *C. mucronata* individuals found during the area's surveys were measured. The results showed a low abundance of mature individuals of the species with a high concentration of young individuals, which constitute stumps of previously cut trees and regrowth, with almost no regeneration by seed germination, and a proportion showing greater richness of native species in the three measured plots. The main identified threats were the presence of stumps of cut trees, which was the most prevalent. It is concluded that, due to the degraded state of the population of *C. mucronata* and its habitat in the commune, restoration efforts for the species are necessary to preserve and ensure the survival of its population over time.

## I. INTRODUCCIÓN

La naturaleza es esencial para la existencia humana, la mayoría de las contribuciones que ésta entrega a la humanidad no se pueden reemplazar ni sustituir dado que ella es la que nos provee de alimentos, energía, medicamentos y muchísimos recursos básicos más, también a través de los procesos ecológicos, mantiene la calidad de aire, abastece de agua dulce, regula el clima, entre otros (Reid et al., 2005; IPBES, 2019). Sin embargo, estas contribuciones se han visto disminuidas en cantidad y calidad debido a que han sido alteradas por la actividad humana; el 75% de la superficie terrestre ha sufrido alteraciones considerables (IPBES., 2019), principalmente debido al cambio de uso de suelo, derivando en la tala de bosques, la intensificación de la agricultura y la ampliación de las áreas urbanas (Foley et al., 2005).

En el territorio nacional, a modo de contexto ecológico, es necesario destacar que Chile es conocido por ser una isla biogeográfica debido a su gran variedad de ecosistemas y hábitats que posee dentro de su territorio debido a sus características geográficas. Desde el Norte del país, con el Desierto de Atacama con vegetación de Matorral, el Centro con Bosque Esclerófilo y el Sur de Chile con bosque templados lluviosos (Hechenleitner et al., 2005), lo que ha permitido que en Chile podamos encontrar 34600 especies nativas identificadas de las cuales 6200 especies corresponden a plantas y un 10% (621) están clasificadas en alguna categoría de conservación por el ministerio de medio ambiente de Chile (MMA, 2021).

Gracias a esta diversidad, la zona centro del país ha sido clasificada como un *hotspot*

de biodiversidad a nivel mundial, es decir, una zona geográfica que posee una alta concentración de especies endémicas y ha estado expuesta a pérdida de hábitat (Myers et al., 2000).

Pese a esta distinción, la pérdida de hábitat de la zona centro continua a día de hoy en su gran mayoría debido a los cambios de uso y cobertura de suelo, la cuales uno de los motivos más relevantes de los cambios ambientales que ocurren a nivel global (Aguayo et al., 2009). Entre las regiones de Valparaíso y Los Lagos, entre 1986 y 2011 hubo una disminución neta de 500 mil hectáreas de bosque nativo aproximadamente (Echeverría et al., 2019).

La región del Biobío ha sido centro de actividades madereras de las plantaciones forestales (Camus, 2006) y hoy cuenta con 875.178,4 hectáreas de plantación forestal en su mayoría con *Eucalyptus sp.* y *Pinus radiata* y 51.635,9 hectáreas de bosque mixto frente a 597.572,6 hectáreas de bosque nativo (CONAF, 2021).

Esto ha llevado a que la cordillera de la costa presente el mayor dinamismo en los cambios de uso del suelo del país y provocando una tasa de deforestación de bosque nativo de 2,7% año<sup>-1</sup> aproximadamente (Echeverría et al., 2019).

Esta pérdida ha afectado a la comuna de Penco, la cual tiene como una de sus principales actividades la producción forestal con 8039 hectáreas de plantaciones forestales en su mayoría de *Pinus radiata*, lo que corresponde a un 75% de la comuna. La expansión forestal ha amenazado la biodiversidad de los bosques y degradando las

poblaciones de especies nativas y endémicas de la zona (Echeverría et al., 2019). Además, los últimos años ha habido una amenaza constante de parte de distintos proyectos mineros que desean establecerse en los alrededores de la cuenca de Penco con el objetivo de explotar minerales de tierras raras poniendo aún más en riesgo el bienestar de este ecosistema y la remanencia de especies nativas y endémicas identificadas en la comuna (Albornoz, 2016; Ceballos, 2018)

Toda esta pérdida de bosque nativo ha llevado a una amenaza y presión constante sobre los hábitats de especies endémicas amenazadas, entendiendo endémicas como aquellas que se encuentran exclusivamente en una zona específica, ya sea continente, país, isla o región (WWF Chile, 2021). Una de estas especies endémicas amenazadas presente en Penco es *Citronella mucronata* (Ruiz & Pav.) D. Don (Garrido & Echeverría, 2016), también conocida como Naranjillo, la cual se encuentra en estado vulnerable y de la cual se tiene poca información registrada de sus poblaciones (Echeverría & Sáez, 2014).

Tomando en consideración toda la transformación y cambio de uso de suelo de los bosques de la comuna y pérdida de calidad de hábitat debido al reemplazo por plantaciones forestales, es necesario considerar lo que expone la Sociedad para la Restauración Ecológica (SER en inglés). Ésta establece la importancia de realizar esfuerzos de restauración en este tipo de ecosistemas como un medio de conservar la biodiversidad y mejorar el bienestar humano (SER, 2004).

La restauración ecológica se define como el proceso intencional de asistir a la recuperación de un ecosistema que ha sufrido degradación, daño o destrucción (Bustamante et al., 2018; SER, 2019). Estos esfuerzos en restaurar ecosistemas degradados se realizan con la intención de recuperar la integridad ecológica de los ecosistemas, es decir, llevar al ecosistema degradado a la recuperar su biodiversidad característica y la capacidad de mantener su funcionamiento adecuado (SER, 2004)

Para esto es necesario definir atributos clave del ecosistema que se desea restaurar antes de establecer estrategias y metas. Dichos atributos deben ser medibles a través indicadores cuantificables muy diversos dependiendo del atributo que se desea medir (SER, 2019).

Los tres grandes atributos de la biodiversidad son composición, función y estructura, entendiendo la composición como una descripción de los elementos físicos del ecosistema; estructura como el patrón espacial y arreglo físico de los componentes; y función como los procesos ecológicos o interacciones entre lo componentes (Rozzi et al., 1994; Echeverría et al., 2021).

Al evaluar estas variables mediante estos indicadores podemos realizar lo que se llama “Línea Base” la cual corresponde a un inventario ecológico que describeno solamente los atributos ya mencionados si no también amenazas que el ecosistema pueda llegar a presentar (SER, 2004).

El objetivo del presente proyecto es levantar una línea base para una posterior

restauración del hábitat de *C. mucronata* en la comuna de Penco. En particular, se busca describir la población actual de *C. mucronata* en términos de sus atributos estructurales, funcionales y composición. Adicionalmente, se analizaron las amenazas en el área de estudio.

## II. METODOLOGÍA

### 2.1 Descripción del área de estudio

Penco es una ciudad costera con aproximadamente 10800 ha perteneciente a la provincia de Concepción, región del Biobío, que ha sufrido una gran expansión forestal en los últimos 30 años (Figura 1). El área de estudio comprende una zona de 1400 ha aproximadamente la cual abarca el área de la cuenca del Estero Penco (Figura 2). Debido a la extensión de la comuna, este proyecto solo se limita a esta área.

De acuerdo con Luebert y Pliscoff (2006), en la zona se encuentran dos pisos vegetacionales:

- 1) Bosque esclerófilo mediterráneo costero de *Lithraea caustica* y *Azara integrifolia*: Dominado en su mayoría por *L. caustica*, *C. alba* y *A. integrifolia*. Muestra un carácter oceánico. Muy diversificada con presencia de algunas especies como *Lomatia hirsuta*, *Sophora macrocarpa*. Este piso se ha visto muy alterado llevándolo a ser un matorral arborescente y gran parte de su extensión han sido reemplazada por *Pinus radiata* (Luebert y Pliscoff 2006)
- 2) Bosque caducifolio mediterráneo costero de *Nothofagus obliqua* y *Gomortega keule*: en su mayoría dominado por *Nothofagus obliqua* destacando *Gomortega keule*, *Podocarpus salignus*, *Gevuina avellana*. Una gran parte de este piso se ha visto fragmentado debido a las plantaciones de *Pinus radiata* (Luebert y Pliscoff 2006).

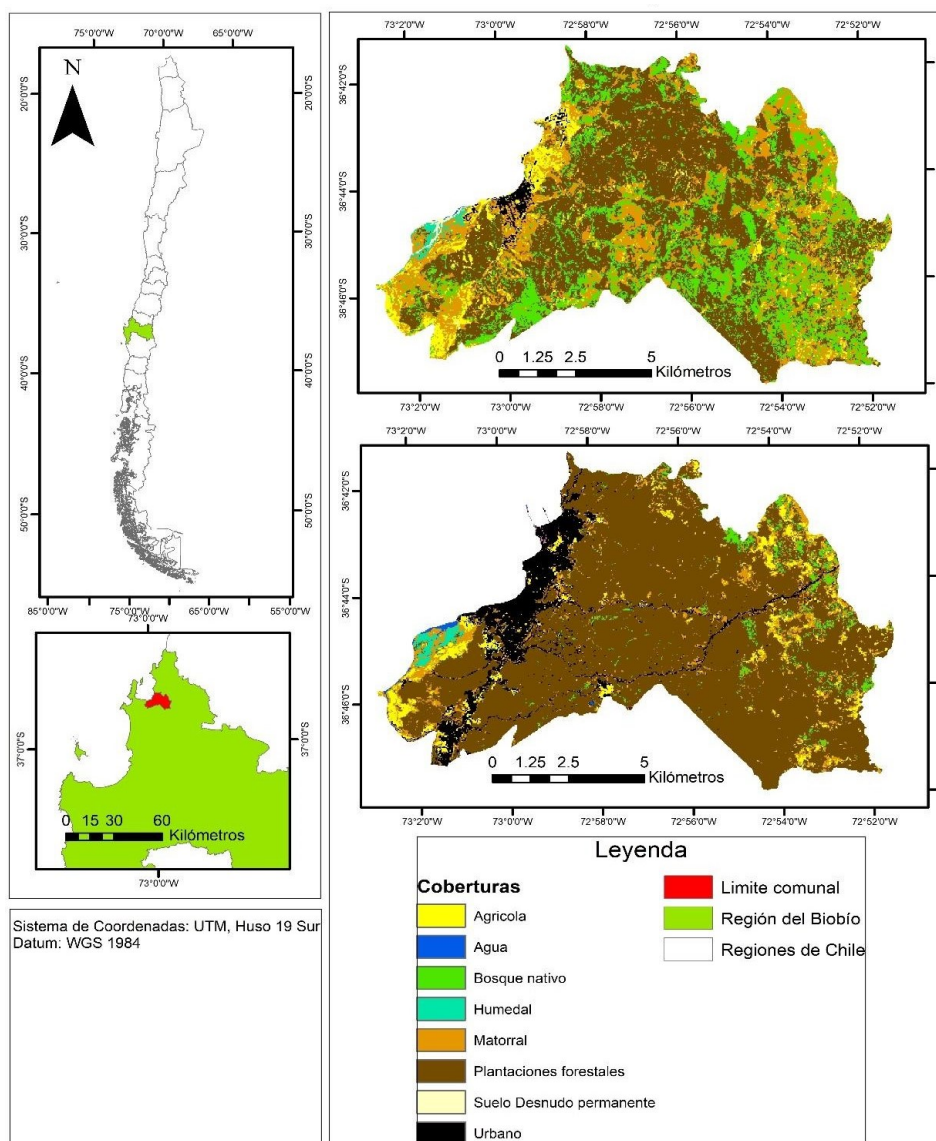


Figura 1. Cambio de uso de suelo de la comuna de Penco entre los años 1986 y2017 (Capas obtenidas del Laboratorio de Ecología de Paisaje, UDEC).

## 2.2 Descripción del objeto de estudio

*Citronella mucronata* o naranjillo, es una especie endémica cuya distribución es extensa en territorio nacional, pero de manera discontinua desde la Región de Coquimbo hasta la Región de La Araucanía (MMA, 2016). Crece entre los 15 y 1400 m de altitud en las cordilleras de le los Andes y de la Costa (Hechenleitner et al, 2005).

Según la ficha del Ministerio de Medio Ambiente (MMA, 2016): es un árbol siempreverde que puede alcanzar hasta 20 m de altura. Tiene hojas ovadas u oval-oblongas, alternas, de 4 a 6 cm de largo por 3 a 5 de ancho color verde oscuro. Su tronco puede superar 1 m de diámetro, con una corteza que puede ser corchosa, arrugada y gris. Las flores son hermafroditas, blanco-amarillentas, de 5 pétalos, y florecen entre septiembre y noviembre. El fruto es una drupa de 10-12 mm, de color verde tornándose violeta cuando está maduro. La maduración que ocurre entre febrero y mayo.

Según la Lista Roja de la UICN (2021), *C. mucronata* se encuentra en estado Vulnerable B2ab(i,ii,iii,v); C2a(i) (Rivera, 2021) bajo el criterio B2 el cual hace referencia al área de ocupación de la especie, estando severamente fragmentada (a) y con una disminución continua (b) en los aspectos: extensión de presencia (i), área de ocupación(ii), área de extensión y/o calidad de hábitat (iii) y número de individuos maduros (v). y también bajo el criterio C2 que hace referencia a una disminución en el número de individuos maduros, teniendo una estructura poblacional (a) donde se estima que ninguna subpoblación supera los 50 individuos maduros (i) (UICN 2012).

### 2.3 Atributos seleccionados

La línea base se describió en función los tres atributos de la biodiversidad (Tabla 1). Para cada atributo se seleccionaron indicadores cuantificables con los que se pudiese explicitar dichos atributos. Estos indicadores se seleccionaron y adaptaron en base a la metodología de un monitoreo de restauración realizado previamente por parte del Laboratorio de Ecología del Paisaje (C. Echeverría, *com. pers.*).

Tabla 1. Atributos e indicadores seleccionados para el estudio.

Atributo	Indicador	Métrica	Unidad de Medida
Composición	Riqueza de flora.	Número de especies.	Número Natural
	Proporción entre especies nativas y exóticas.	Razón entre especies nativas y exóticas.	Porcentaje (%)
Estructura	Diversidad estructural de la población de Naranjillo	Altura y Dap de Naranjillos	Metros (m)
Función	Potencial de regeneración.	Número de rebrotes de Naranjillo por semilla	Número Natural

#### 2.4 Levantamiento de datos de los atributos de composición, función y estructura

Se establecieron tres parcelas (Figura 2) de 500m<sup>2</sup> rectangulares de 20 por 25m, una cerca de la zona urbana (nombrada en adelante como parcela 1), otra dentro de un parche remanente de bosque nativo (nombrada en adelante como parcela 2) y la última más alejada del centro urbano, en una zona cosechada de plantación forestal (nombrada en adelante como parcela 3) (Figura 2).

Los puntos que se eligieron para establecer las parcelas fueron seleccionados en base a puntos de presencia de la especie previamente identificados (Fundación Manzana Verde, com. pers.). Estos puntos corresponden a levantamientos de información realizados en la zona por los proyectos mineros Aclara y Biolantánidos; también se incluyeron en el mapa puntos del Sistema Global de Información sobre Biodiversidad (GBIF).

#### a. Estructura

Para evaluar el atributo de la estructura de la población, se llevaron a cabo recorridos por el área de la cuenca (Figura 2) identificando individuos, tanto aquellos ya señalados por el mapa como los nuevos encontrados durante los recorridos, de *C. mucronata*. Una vez identificados, se procedió a utilizar una cinta diamétrica para medir el diámetro del tronco a la altura del pecho (DAP). Para medir la altura primero se corrigió la distancia en base a la pendiente del lugar utilizando un clinómetro y posteriormente se utilizó el hipsómetro.

#### b. Composición

El atributo de composición se evaluó en base a la riqueza de especies dentro de cada parcela, donde se contabilizó la cantidad de especies de flora encontradas dentro de cada parcela, incluyendo *C. mucronata* y posteriormente se catalogaron en nativas o exóticas para estimar una proporción entre ambos grupos.

#### c. Función

La medición del atributo de función se cuantificó estableciendo tres parcelas cuadradas más pequeñas de 4m<sup>2</sup> dentro de la parcela rectangular de y cerca de individuos ya establecidos de *C. mucronata*. Estas parcelas pequeñas fueron exclusivamente para medir este atributo con el fin de contabilizar la cantidad de rebrotes o plántulas menores a 1 m de *C. mucronata* y así evaluar el potencial de regeneración de los individuos presentes.

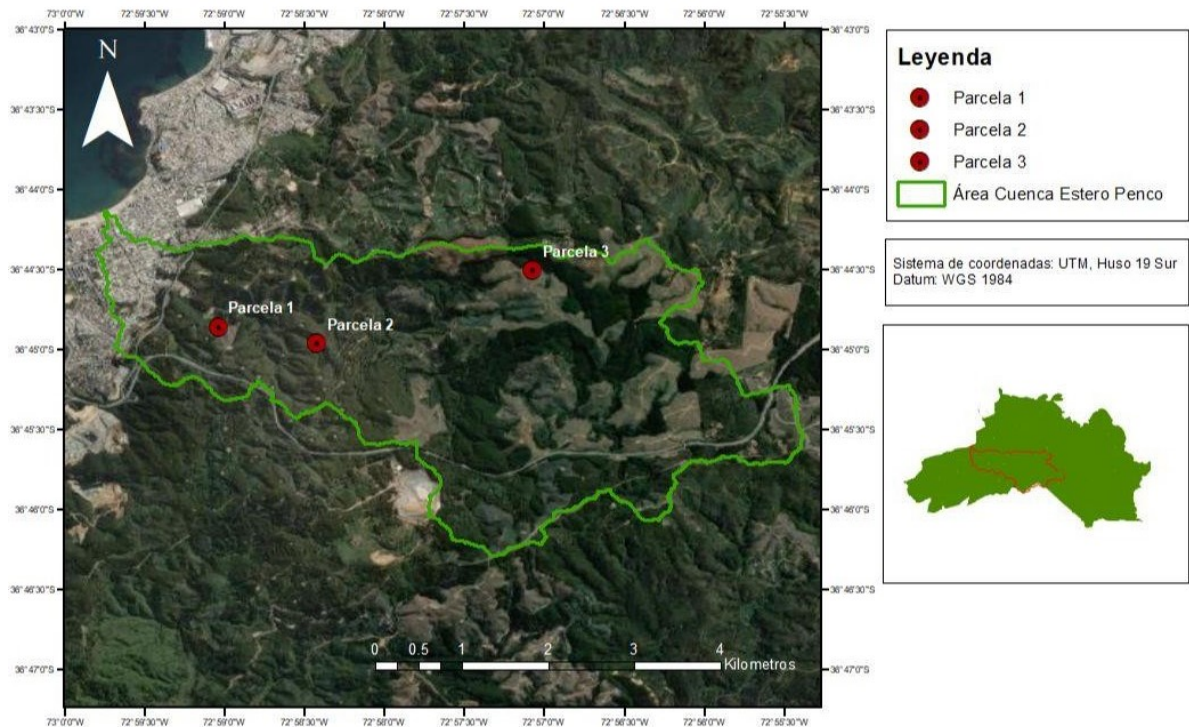


Figura 2. Área de estudio.

## 2.5 Identificación de amenazas presentes

Para este trabajo se seccionaron tres indicadores como amenazas presentes para contabilizar en las parcelas:

1. Tocones de árboles: Cortados o caídos. Esto como posible prueba de extracción de madera.
2. Árboles quemados: por posibilidad de afectación por incendios.
3. Presencia de ganado: por posible ramoneo de rebrotes de la especie.
4. Madrigueras de animales: por posible fauna pequeña que pueda consumir el fruto o semilla de *C. mucronata*.

Las amenazas se midieron contabilizando la cantidad de cada una presentada dentro de la parcela.

### III. RESULTADOS

#### 3.1 Distribución de puntos de presencia de individuos.

Se contabilizaron en total 28 individuos de *C. mucronata*, cuyos puntos de presencia mostraron una distribución discontinua dentro del área en puntos concentrados o sub poblaciones de individuos aislados unos de otros (Figura 3) normalmente en zonas cercanas a quebradas. Si bien fueron 28 puntos, en el mapa resultaron superpuestos debido a la cercanía entre los mismos.

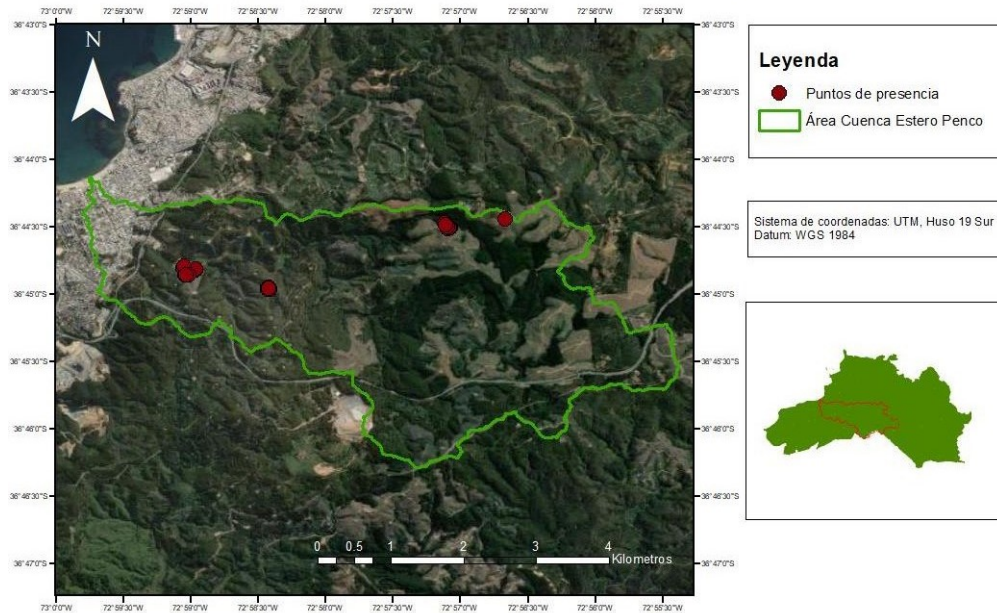


Figura 3. Mapa de ocurrencia de la especie.

### 3.2 Evaluación de indicadores para los atributos de composición y función.

En el caso de la primera parcela (Tabla 2) para el atributo de composición se encontró dentro de ella un total de ocho especies tanto arbóreas como herbáceas y al momento de clasificarlas entre nativas y exóticas la proporción arrojó mayor riqueza de especies nativas que de exóticas. Sin embargo, dado lo observado en terreno, la abundancia de especies exóticas es mucho mayor debido a la matriz forestal sobre todo de *P. radiata*. Respecto a la regeneración no se encontraron nuevos brotes ni plántulas nuevas de *C. mucronata* en la parcela, solo un par de individuos jóvenes sin semillas los cuales provenían de tocones de *C. mucronata* previamente talados.

La segunda parcela (Tabla 2) se encontraba inserta en un pequeño remanente de bosque nativo. En esta se encontró un total de 17 especies diferentes de las cuales solo una especie, retamilla (*Genista monspessulana*).

En el caso de la regeneración natural se encontraron nueve brotes nuevos de *C. mucronata* a partir de semillas cercanos a individuos adultos. También se hallaron individuos jóvenes en regeneración que brotaron de la base de individuos adultos.

En esta parcela fue donde se encontraron los individuos más grandes de *C. mucronata* y la única que en que no se encontró presencia de las especies de *P. radiata* o *Eucalyptus sp.* pese a estar rodeada por matriz forestal.

La tercera parcela (Tabla 2), inserta en una plantación forestal cosechada, es la parcela que más riqueza posee y la con mayor proporción de especies exóticas. En el atributo

de función, no se encontraron rebrotes nuevos de *C. mucronata*.

Se observó en terreno también que la gran mayoría de estos individuos pequeños son regeneración de tocones de árboles de *C. mucronata* previamente cortados, rebrotando en su mayoría 2 a 3 nuevos de un mismo tocón.

Tabla 2. Resultados de la medición de los atributos ecológicos por parcela.

Atributo	Indicador	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3
	Riqueza de flora.	8 especies.	17 Especies	19 especies.
Composición	Proporción entre especies nativas y exóticas.	75% nativas 25% exóticas	94.1% nativas 5.9% exóticas	68.4% nativas 31.6% exóticas
Función	Potencial de regeneración.	0 brotes nuevos	9 brotes nuevos	0 brotes nuevos

### 3.3 Estructura poblacional de *C. mucronata*.

Los resultados del muestreo para estructura de la población muestran una relación entre la altura y diámetro del árbol, a más altura, mayor diámetro. En total se encontraron 28 individuos de *C. mucronata* los cuales muestran una concentración de individuos de poca altura y, por consiguiente, un diámetro muy pequeño (Figura 4).

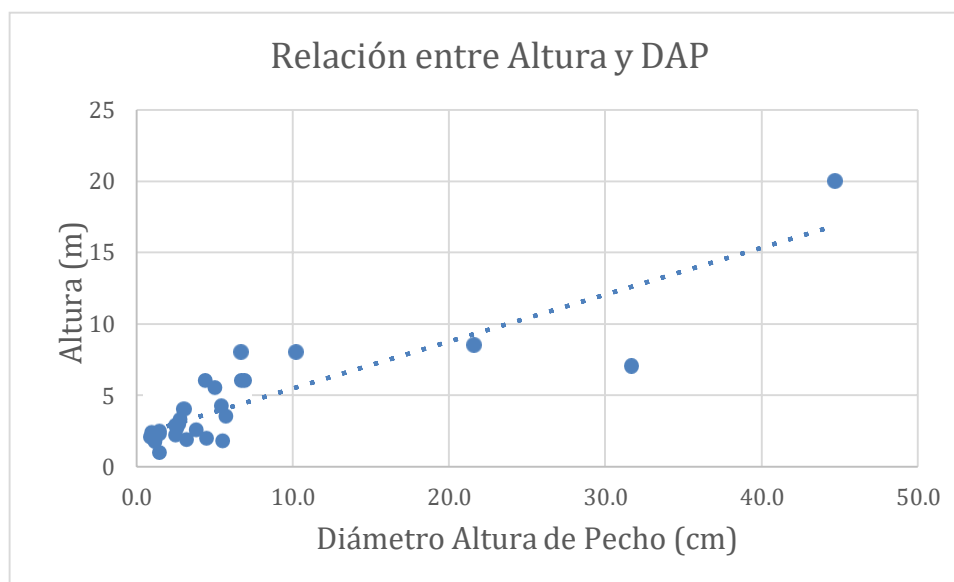


Figura 4. Relación entre diámetro y altura de individuos de *C. mucronata*.

De los 28 individuos 26 no superan los cinco metros de altura (Figura 4) y solamente uno supera los 15 metros.

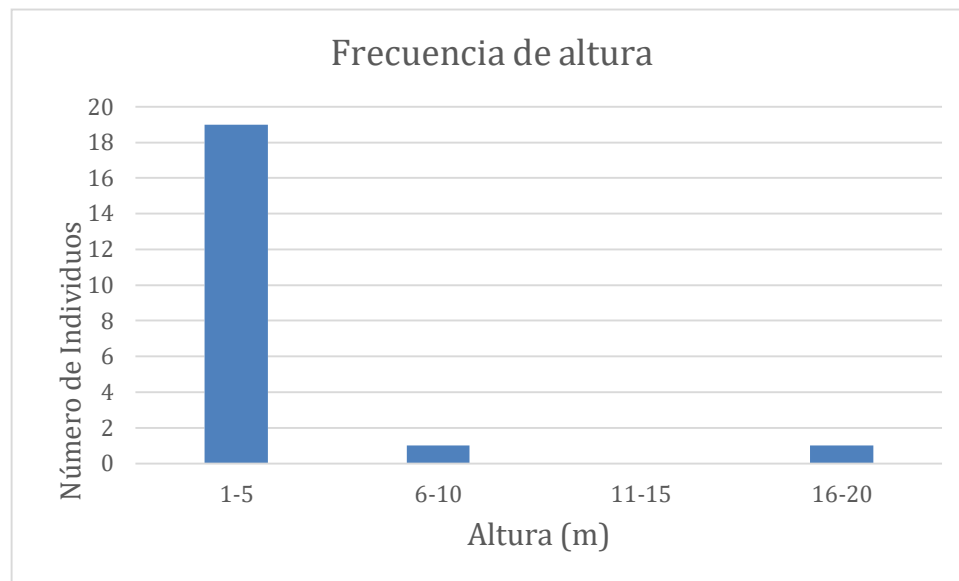


Figura 5. Gráfico de frecuencia por altura.

Veinticuatro de los individuos de *C. mucronata* presenta un DAP inferior a 10 cm y solamente 4 individuos de los 28 contabilizados superan los 11 cm (Figura 5), siendo estos últimos los que coinciden con los individuos más altos mencionado anteriormente.

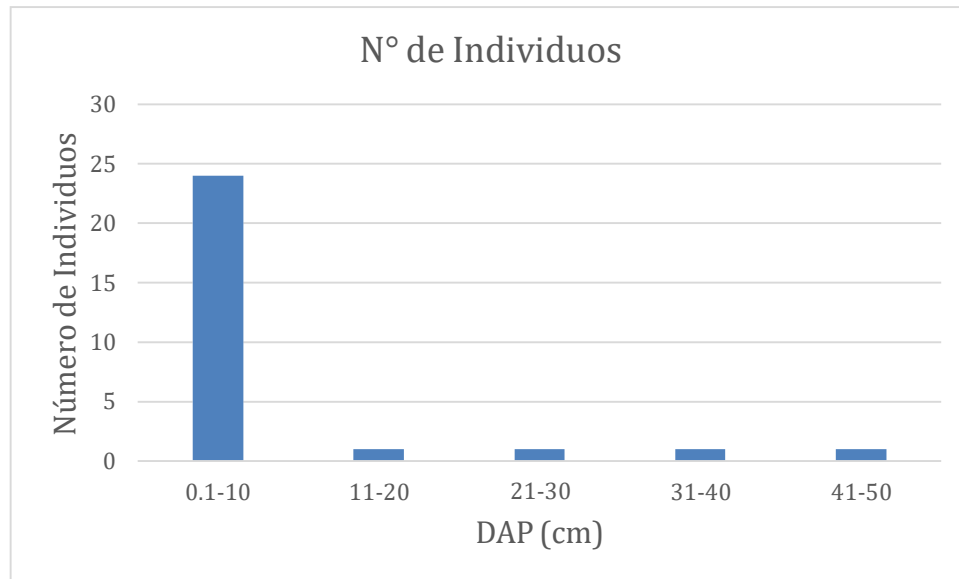


Figura 6. Gráfico de frecuencia de DAP.

### 3.4 Identificación de amenazas.

Dentro de las tres parcelas la principal amenaza identificada fue la presencia de tocones de árboles, específicamente tocones de árboles cortados siendo la parcela 3 la que presentó mayor presencia de estos (Tabla 3).

No se pudo identificar a que especie correspondían dichos tocones en la parcela 2 en bosque nativo. En las parcelas 1 y 3 lo más probable es que fuesen individuos de *P. radiata* y *Eucalyptus* sp. respectivamente. Esto revela que la extracción de madera es la principal amenaza presente dentro de la cuenca del río Penco.

Tabla 3. Presencia de amenazas.

Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3
4 Tocones cortados	4 Tocones caídos 1 tocón quemado	36 Tocones cortados

#### IV. DISCUSIÓN

La disponibilidad de información existente de estudios previos dificulta el análisis y comparación de los resultados del presente estudio. Existe una gran escasez de información respecto a la especie o bien se encuentra bastante desactualizada (Echeverría & Sáez, 2014).

Sin embargo, a nivel general, en base al área de estudio del proyecto, la comunidad Penco confirma lo escrito por Hechenleitner et al. (2005) y Echeverría et al. (2014), donde se expresa que la principal amenaza de la especie es la degradación y pérdida de su hábitat debido al reemplazo del mismo para el establecimiento de plantaciones forestales. Esta amenaza coincide con la de otras especies amenazadas identificadas en la zona como lo es *Pitavia punctatay Gomortega Keule* las cuales según la UICN (2007) han sido catalogadas En Peligro, siendo una de sus principales amenazas la fragmentación de sus hábitats y el reemplazo de bosque nativo por plantaciones forestales.

Echeverría y Sáez (2014) señalan que, si bien existe una amplia distribución de la especie desde la Región de Coquimbo hasta la Araucanía, la mayoría de estas poblaciones se encuentra inserta en matrices de plantación forestal, lo que coincide con el área de estudio de este proyecto (Figura 3). Además, en su análisis de tamaño de fragmento de poblaciones, Echeverría y Sáez señalan que cerca del 43% de los puntos de presencia de *C. mucronata* se encuentra en parches de bosque nativo

inferiores a 10 hectáreas, lo cual coincide con el área de estudio ya que, en base a Lindenmayer y Fischer (2006), la comuna de Penco presenta un paisaje muy fragmentado y casi relictual respecto a los parches de bosque nativo debido a que esta se encuentra en la zona de la cordillera de la costa de la región del Biobío, la región con mayores tasas de sustitución de bosque nativo (Echeverría et al., 2019).

Por otro lado, muchos de los individuos identificados en este proyecto son jóvenes. Sin embargo, estos individuos jóvenes provienen de tocones de *C. mucronata* que fueron cortados previamente, confirmando lo señalado por Echeverría y Sáez (2014) seguramente para uso de madera o por reemplazo para establecimiento de plantaciones forestales (Hechenleitner et al., 2005). Esto puede dificultar su regeneración mediante semilla ya que los individuos son jóvenes y no han llegado a su etapa de madurez para producir semillas, esta misma amenaza también presenta *P. punctata* y *G. Keule* que tampoco, según su clasificación por la UICN (2021 y 2018 respectivamente), presentan una disminución en el número de individuos maduros.

En base a los resultados obtenidos en la parcela 1 (Tabla 2), la cual se encuentra en la zona de entrada a las zonas de plantaciones forestales y es la más cercana al centro urbano, se puede inferir que la zona de estudio se encuentra bastante degradada sobre todo por la alta presión de la matriz forestal debido a la poca riqueza de especies.

Como se mencionó en los resultados, pese a que la mayoría de especies encontradas son nativas, la mayor abundancia es de individuos de *P. radiata*. Esto muestra signos de explotación dentro de la zona y se puede confirmar tomando en cuenta la presencia

de tocones cortados dentro de la parcela (Tabla 3). Esto es una para la especie ya que, según Hechenleitner et al., 2005 y las amenazas identificadas por la UINC (2021) esta especie se utiliza también como combustible y para madera, y se podría inferir que este es el motivo por el que se encuentran tocones de la especie, pero no hay rastros de madera ni troncos caídos alrededor.

Los resultados de parcela 2, que se encuentra en una zona intermedia del fundo dentro de un parche de bosque nativo, posee una mayor diversidad de especies (Tabla 2) casi su totalidad nativas a excepción de la retamilla de la cual solo se encontró un solo individuo. Dado a que el parche se encuentra en una pendiente empinada y da a una quebrada donde fluye un estero, no presenta intervenciones humanas visibles y los datos obtenidos apuntan a que se encuentra relativamente sin mayor intervención, para respaldar esto, las únicas amenazas presentes son la presencia de tocones de árboles (Tabla 3). Sin embargo, debido a la forma del tocón, pareciera ser tocones de árboles que cayeron naturalmente y tal vez hace mucho tiempo, en base al grado de descomposición avanzada que presentaban. Pese a esto no se encontró restos de árboles grandes caídos ni restos en descomposición, por lo que se deduce que fueron extraídos manualmente del parche.

Esta es la única parcela que presentó regeneración a partir de semillas de *C. mucronata* completamente nuevos a partir a simple vista de semillas, los rebrotes no son de más de 10 centímetros por lo que son bastante nuevos, estos se encontraron principalmente cercanos a la zona más alta de la quebrada alrededor de individuos adultos de la misma especie.

La parcela 3 (Tabla 2), en comparación con las anteriores, es la que más intervención ha tenido (Tabla 3) debido a que se encuentra en una zona completamente cosechada de *Eucalyptus sp.* Alrededor y dentro de la parcela ya hay presencia de individuos de *Eucalyptus sp.* de alrededor de unos 2 m de altura aproximadamente y algunos brotes de *P. radiata*.

Pese a estar tan intervenida, es la que mayor riqueza de especie posee, no obstante, es la con mayor número de especies exóticas identificadas. Esto puede deberse a que los paisajes más intervenidos facilitan la propagación de especies invasoras (With, 2002).

La principal amenaza presente es la presión de las faenas de cosechas forestales, solo dentro de la parcela hay presentes 36 tocones de árboles cortados (Tabla 3) muy probablemente de *P. radiata*, no hay indicativo de pasos de animales de ganado ni madrigueras de animales. Esto último puede deberse a la intensidad de las faenas forestales al momento de cosechar, lo que ahuyenta a los animales. Además, esta parcela se encuentra cercana a un camino donde transitan camiones, lo que también genera grandes cantidades de ruido; por otro lado, el suelo se encuentra cubierto de pastizales secos, lo que aumenta los riesgos de incendios.

En aspectos generales, de las tres parcelas la que presenta mejores condiciones como buen hábitat para la especie sería la parcela 2 ya que es la que posee los individuos más grandes de los *C. mucronata* identificados y no hay presencia de disturbios fuera

de tocones de árboles caídos.

Por otro lado, la parcela 3, pese a ser la más lejana de la zona urbana, es la parcela con mayor degradación y perturbaciones, afectando gravemente el hábitat de los individuos de *C. mucronata* por las perturbaciones de las máquinas y posibles daños que puedan recibir durante la cosecha ya que *C. mucronata*, la ser una especie tolerante a la sombra (MMA, 2016), puede crecer bajo cubierta de plantación forestal, sin embargo, la cosecha de las mismas produce una fragmentación en el hábitat, dejando fragmentos de suelo descubierto y separando los parches de bosque, lo que conlleva a la pérdida de distintos procesos ecológicos necesarios para tener un ecosistema funcional (Lindenmayer & Fischer, 2006).

Este estudio también confirma que esta población de *C. mucronata* en la cuencadel Rio Penco coincide con el criterio de clasificación B2ab(v) de la UICN, ya que la extensión de presencia de individuos maduros, en base a lo visto en terreno, solo se concentra dentro del parche de bosque nativo. Es probable que por estemotivo sea el único lugar donde se encontró brotes de la especie que no vinieran de individuos previamente cortados ya que, dentro del bosque nativo, tiende a haber mayor reclutamiento de semillas (García et al., 2016).

También al analizar el número de individuos encontrados durante los recorridos en la zona de estudio, se puede afirmar que, de los lugares visitados, ninguna subpoblación supera los 50 individuos maduros en base a su altura y DAP (Figura4), tal como señala el criterio C2a(i) de la UICN, encontrándose incluso individuos completamente aislados

de otros (Figura 3).

Siendo la extracción de madera por faenas forestales la principal amenaza encontrada debido a la presencia de tocones de árboles, no se puede descartar el que esta extracción solo se realice a especies con fines productivos. Esto debido a que, como ya se mencionó, si bien existe una gran concentración de individuos jóvenes (Figuras 5 y 6) de *C. mucronata* son rebrotes de tocones de la misma, por lo que la especie también se encuentra expuesta a ser extraída de forma clandestina.

#### 4.1 Implicancias para la conservación

También es necesario señalar que existe una amenaza constante que puede afectar gravemente este parche, ya que se está intentado ingresar en reiteradas ocasiones un proyecto minero de explotación de Tierras Raras en la comuna de Penco, el cual estaría emplazado en el área de estudio de este proyecto. Pese a que este proyecto fue desistido la primera vez que se ingresó al Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) en el año 2018, volvió a ingresarse y fue nuevamente retirado durante el segundo proceso de evaluación en el año 2022 y la oposición de la ciudadanía, la empresa sigue realizando estudios y análisis de topografía para reingresar al SEA.

#### 4.2 Limitaciones del proyecto

Debido al gran tamaño del área de estudio no se pudo recorrer toda el área de la cuenca y hubo sectores donde se ha identificado presencia de *C. mucronata* a los que no se

pudo visitar en terreno debido a la falta de tiempo y disponibilidad de personal que pudiesen asistir. Sería necesario realizar más recorridos con grupos de trabajo más grandes para abarcar mayor territorio y no solo verificar los puntos de presencia ya reconocidos, sino también visitar otras zonas que presenten hábitat favorable para la especie.

Además de esto, se podría expandir el proyecto a escala comunal, debido a que, si bien el área de la cuenca del Río Penco cuenta con una gran superficie, muchos parches de bosque nativo quedan fuera del mismo, incluyendo el más grande de 18 hectáreas. En dichos parches podría haber más individuos de la especie por lo que sería de gran aporte el realizar estudios en esas áreas.

## V. CONCLUSIONES

Se puede concluir que la población de *C. mucronata* en Penco posee un alto grado de degradación debido al análisis de los resultados obtenidos en el estudio. Si bien las amenazas seleccionadas para el estudio no fueron abundantes, la deficiencia de rebrotes nuevos de *C. mucronata* revela que la especie casi no tiene la capacidad de generar nuevos individuos mediante germinación de semillas.

Dado los resultados obtenidos se puede confirmar que, si se desea conservar esta especie endémica en la comuna de Penco, es necesario realizar más investigaciones del estado de la especie. Como recomendación se debería realizar más parcelas de estudio y que estas abarquen toda la cubierta forestal y zona rural de la comuna para obtener una mejor representación del estado real de la población de *C. mucronata*.

Con dicha información se debería crear un plan de restauración con el fin de recuperar la calidad de hábitat de la especie, con dichas acciones también podría ser posible que más especies, tanto de flora como de fauna, se vean beneficiadas. De esta forma, la comunidad de Penco pueda disfrutar de los beneficios de tener un ecosistema saludable alrededor de su ciudad.

## **VI. GLOSARIO**

DAP: Diámetro del tronco del árbol a la altura del pecho del que hace la medición. Tasa de deforestación: Velocidad con la que se pierde cubierta de bosque en un periodo de tiempo.

Riqueza: Cantidad de especies, ya sea flora o fauna, encontrada en un área.

Abundancia: Cantidad de individuos de una especie encontrados en un área.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

- Aguayo M., A. Pauchard, G. AzÓCar, O. Parra. 2009. Cambio del uso del suelo en el centro sur de Chile a fines del siglo XX: Entendiendo la dinámica espacial y temporal del paisaje. *Revista Chilena De Historia Natural - REV CHIL HIST NAT* 82.
- Albornoz Wegertseder, A. (2016). Declaración de Impacto Ambiental "Planta deExtracción de Tierras Raras - El Cabrito" [Ficha del Proyecto]. Sistema de Evaluación Ambiental.
- Bustamante-Sánchez, M. A., Armesto, J. J., Bannister, J. R., González, M. E., Echeverría, C., & Smith-Ramírez, C. (2018). Gestión para la conservación de labiodiversidad. En Ministerio de Medio Ambiente (Tercera edición, tomo II), *Biodiversidad de Chile patrimonio y desafíos* (pp. 212-224)
- Camus, P. (2006). Ambiente, bosque y gestión forestal en Chile 1544-2005.
- Ceballos Argo, R. (2018). Estudio de Impacto Ambiental "Proyecto BioLantánidos" [Ficha del Proyecto]. Sistema de Evaluación Ambiental.
- CONAF. (2021). Superficies de uso de suelo regional (actualizado a Julio 2021)[Hoja de cálculo de Microsoft Excel]. <https://www.conaf.cl/nuestros-bosques/bosques-en-chile/catastro-vegetacional/>
- IPBES (2019). Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. S. Díaz, J. Settele, E. S. Brondízio E.S., H. T. Ngo, M. Guèze, J. Agard, A. Arneth, P. Balvanera, K. A. Brauman, S. H. M. Butchart, K. M. A. Chan, L. A. Garibaldi, K. Ichii, J. Liu, S. M. Subramanian, G. F. Midgley, P. Miloslavich, Z. Molnár, D. Obura, A. Pfaff, S. Polasky, A. Purvis, J. Razzaque, B. Reyers, R. Roy Chowdhury, Y. J. Shin, I. J. Visseren-Hamakers, K. J. Willis, and C. N. Zayas (eds.). IPBES Secretariat, Bonn, Germany. 56 pages.
- Echeverría, Cristian, Rodríguez, R., Sáez, Felipe, & Garrido, N. (2014). Caracterización de *Eucryphia glutinosa*, *Citronella mucronata*, *Prumnopitys andina* y *Orites myrtoidea* según los criterios de la UICN. Informe final proyecto 062/2012 Fondo de

## Investigación del Bosque Nativo.

- Echeverría, C. & Garrido, N. (2016). FICHA DE ANTECEDENTES DE ESPECIE *Citronella mucronata* (Ruiz & Pav.) D. Don [Ficha de especie]. Ministerio de Medio Ambiente. [https://clasificacionespecies.mma.gob.cl/wpcontent/uploads/2019/10/Citronella\\_mucronata\\_12RCE\\_FIN.pdf](https://clasificacionespecies.mma.gob.cl/wpcontent/uploads/2019/10/Citronella_mucronata_12RCE_FIN.pdf)
- Echeverría, C. & Campos, S. (2019). *Gomortega keule*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T31357A2805379. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-2.RLTS.T31357A2805379.en>
- Echeverría C., R. Fuentes, R. Heilmayr. (2019) 24. *Cambios de uso y cobertura del suelo en la Cordillera de la Costa del centro-sur de Chile entre 1986 y 2011*. En Smith-Ramirez C, Squeo F. *Biodiversidad y Ecología de los Bosques Costeros de Chile* (pp. 471-486)
- Echeverría, C., Gatica, P., Román, S., Bordeu, A., & Espinoza, C. (2021). Más allá de la deforestación: restauración ecológica de bosques nativos en el Parque Nacional Nonguén, Chile. Primera Edición. Universidad de Concepción. 123 p.
- Foley, J. A., Defries, R., Asner, G. P., Barford, G. C., Bonan, G., et al. (2005). Global consequences of land use. *Science*, 309(5734), (pp. 570-574).
- Gann, G. D., McDonald, T., Walder, B., Aronson, J., Nelson, C. R., Jonson, J., ... & Dixon, K. W. (2019). International principles and standards for the practice of ecological restoration. *Restoration Ecology*, 27(suppl 1), S1-S46. <https://doi.org/10.1111/rec.13035>
- García, V., Simonetti, J., & Becerra, P. (2016). Seed rain, seed predation and germination of native species in *Pinus radiata* plantations in south-central Chile: effects of distance to native forest and presence of understory (Tesis de maestría). Universidad de Valdivia. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002016000200014>
- Hechenleitner V P., G. Mf, P. Thomas, C. Echeverría, B. Escobar, P. Brownless, C. Martínez. (2005). *Las Plantas Amenazadas del Centro-Sur de Chile*. Distribución, conservación y propagación. 188 p.
- Lindenmayer D., J. Fischer. 2007. *Habitat Fragmentation and Landscape Change: An*

Ecological and Conservation Synthesis. Bibliovault OAI Repository, the University of Chicago Press.

Luebert, F., & Pliscoff, P. (2006). Sinopsis bioclimática y vegetal de Chile. Editorial universitaria: Santiago, Chile.

Ministerio de Medio Ambiente. (2016). Ficha Naranjillo.

MMA. Inventario Nacional de Especies: Especies Endémicas de Chile (s.f.). Recuperado de [http://especies.mma.gob.cl/CNMWeb/Web/WebCiudadana/especies\\_endemicas.aspx](http://especies.mma.gob.cl/CNMWeb/Web/WebCiudadana/especies_endemicas.aspx)

Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., da Fonseca, G. A., & Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(6772), 853–858. <https://doi.org/10.1038/35002501>

Reid, W. V., Mooney, H. A., Cropper, A., Capistrano, D., Carpenter, S. R., ... & Zurek, M. B. (2005). Informe de Síntesis de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.439.aspx.pdf>

Rivera Caniulao, M. (2021). *Citronella mucronata*. The IUCN Red List of Threatened Species 2021: e.T31358A63588356. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-3.RLTS.T31358A63588356.en>

Rivera Caniulao, M. (2021). *Pitavia punctata*. The IUCN Red List of Threatened Species 2021: e.T31356A2805268. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-3.RLTS.T31356A2805268.en>

Society for Ecological Restoration (SER) International. (2004). Principios de SER International sobre la restauración ecológica. SER. [https://cdn.ymaws.com/www.ser.org/resource/resmgr/custompages/publications/SER\\_Primer/ser-primer-spanish.pdf](https://cdn.ymaws.com/www.ser.org/resource/resmgr/custompages/publications/SER_Primer/ser-primer-spanish.pdf)

UICN. (2012). Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1 (Segunda edición). Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido: UICN.

WWF Chile. (05 de junio de 2021). Nativo, Endémico y Exótico: tres importantes conceptos

que debes conocer. WWF Internacional. <https://www.wwf.cl/?367212/Nativo-Endemico-y-Exotico-tres-importantes-conceptos-que-debes-conocer>

## VIII. APÉNDICE

Anexo 1: Tabla de coordenadas puntos de presencia *C. mucronata* (Sistema de coordenadas WGS 84)

Puntos	Latitud	Longitud
1	-36.7418302	-72.9514844
2	-36.7418421	-72.9515262
3	-36.7418932	-72.9516142
4	-36.7418242	-72.9512614
5	-36.7418011	-72.9513307
6	-36.7418349	-72.9514409
7	-36.7417553	-72.9514351
8	-36.7417095	-72.9516057
9	-36.741142	-72.951988
10	-36.7414203	-72.9519105
11	-36.7492358	-72.9739128
12	-36.7491543	-72.9737921
13	-36.7492229	-72.973792
14	-36.7476015	-72.9839486
15	-36.74689	-72.9828332
16	-36.7407052	-72.9444625
17	-36.7467873	-72.9842685
18	-36.7476324	-72.9841004
19	-36.7469944	-72.9827791
20	-36.7469606	-72.9827619
21	-36.7469002	-72.9828182
22	-36.7492883	-72.9738684
23	-36.7493885	-72.9738846
24	-36.7493752	-72.9735974
25	-36.7465751	-72.9842602
26	-36.7476171	-72.9836056
27	-36.7476038	-72.9839946
28	-36.7492706	-72.9737979