



UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y MEDIO AMBIENTE
INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES

**INFORME DE ACTIVIDAD DE TITULACIÓN
MODALIDAD FORMULACIÓN O PARTICIPACIÓN EN PROYECTO DE
INVESTIGACIÓN**

**CARACTERIZACIÓN Y ESPACIALIZACIÓN DE FACTORES DE DEGRADACIÓN
DE LA VEGETACIÓN NATIVA EN CHILE: PROPUESTA DE REPRESENTACIÓN
ESPACIAL EN BASE A ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS**

Requisito para optar al título de
Ingeniera en Recursos Naturales

Laboratorio de Ecosistemas y Bosques
Facultad de Ciencias Agropecuarias y Medio Ambiente
Universidad de La Frontera

Profesor guía:
Rodrigo Vargas-G.

Bárbara Romina Muñoz Flores
TEMUCO-CHILE
II SEMESTRE 2022



Universidad de La Frontera
Facultad de Ciencias Agropecuarias y Medioambiente

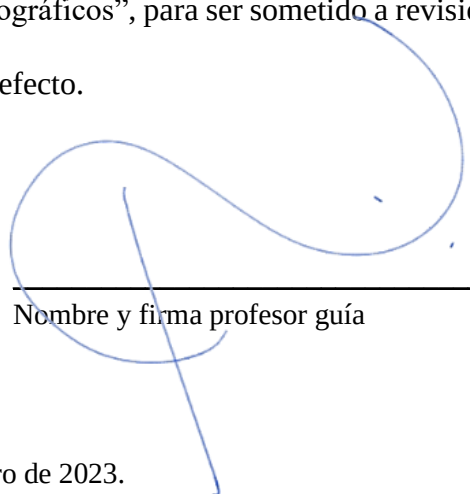
CONSTANCIA AUTORIZACIÓN PRESENTACIÓN INFORME ESCRITO ACTIVIDAD DE TITULACIÓN

MODALIDAD DE ACTIVIDADES DE TITULACIÓN

PRÁCTICA PROFESIONAL CONTROLADA
FORMULACIÓN, DISEÑO Y/O EJECUCIÓN DE PROYECTO

X

Rodrigo Vargas-G., profesor(a) guía del estudiante Sr(ita). Bárbara Romina Muñoz Flores, N° de Matrícula: 19795879017 de la Carrera Ingeniería en Recursos Naturales, autoriza la entrega del Informe Escrito de la Actividad de Titulación denominada: “Caracterización y espacialización de factores de degradación de la vegetación nativa en Chile: propuesta de representación espacial en base a antecedentes bibliográficos”, para ser sometido a revisión por parte de la Comisión Evaluadora designada para el efecto.


Nombre y firma profesor guía

Temuco, 7 de febrero de 2023.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1	Disturbios antrópicos como impulsores de la degradación	3
2.2	Factores de degradación y deforestación a nivel mundial	5
2.3	Factores de degradación de los ecosistemas forestales en Chile	8
2.3.1	Extracción de leña	8
2.3.2	Incendios forestales	8
2.3.3	Sobrepastoreo de ganado.....	9
2.3.4	Especies exóticas invasoras (EEI)	9
3.	METODOLOGÍA	10
3.1	Área de estudio	10
3.1.1	Clima	11
3.1.2	Vegetación.....	11
3.1.3	Población	12
3.2	Selección de factores de degradación.....	12
3.3	Obtención y procesamiento de datos	13
3.3.1	Consumo de leña	13
3.3.2	Especies exóticas invasoras (EEI)	14
3.3.3	Ganado.....	14
3.3.4	Incendios forestales	15
3.4	Análisis localizado en la región de La Araucanía	15
3.5	Mapa final de impacto	16
3.6	Encuesta a expertos	18
4.	RESULTADOS	20
4.1	Consumo de leña	20
4.2	Especies exóticas invasoras (EEI)	21
4.3	Ganado.....	23
4.4	Incendios forestales	26
4.5	Encuesta a expertos y mapa final de impacto.....	28
4.6	Impacto a nivel comunal en la región de La Araucanía	32
5.	DISCUSIÓN.....	34
5.1	Consumo de leña	34
5.2	Especies exóticas invasoras (EEI)	34
5.3	Ganado.....	34

5.4	Incendios forestales	35
5.5	Encuesta a expertos y mapa de impacto final.....	35
5.6	Impacto a nivel comunal en la región de La Araucanía	36
5.7	Limitaciones y fortalezas de la metodología utilizada	36
6.	CONCLUSIONES.....	38
7.	REFERENCIAS	39
8.	ANEXOS.....	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación y puntuación de factores de degradación en seis intervalos.	17
Tabla 2. Puntajes de intervalo reclasificados para cada factor de degradación, según región.	18
Tabla 3. Distribución a nivel nacional de seis especies exóticas (EEI) de gran importancia a nivel nacional, según región y macrozona	22
Tabla 4. Existencias de ganado bovino, caprino y ovino a nivel nacional hacia los años 2007 y 2021 según región y macrozona	24
Tabla 5. Resumen de jerarquización de factores de degradación que afectan a la vegetación nativa en Chile realizada por expertos según macrozona	30
Tabla 6. Puntajes de intervalo ponderados y puntaje final de impacto según región.....	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Modelo simplificado de la ocurrencia de disturbios.	4
Figura 2. Factores impulsores de la degradación y deforestación a nivel internacional	6
Figura 3. Pérdida anual de cobertura arbórea global por causa dominante	6
Figura 4. Estratificación del área de estudio.	10
Figura 5. Caracterización de la vegetación a nivel nacional.	12
Figura 6. Ejemplificación del proceso de superposición ponderada.	16
Figura 7. Consumo anual de leña proveniente de especies nativas según macrozona	20
Figura 8. Espacialización de la presión del consumo de leña de especies nativas a nivel nacional.	21
Figura 9. Espacialización del impacto potencial de la distribución de 6 especies exóticas invasoras, a nivel nacional.	23
Figura 10. Existencias de ganado bovino, ovino y caprino a nivel nacional hacia el año 2021.....	25
Figura 11. Espacialización del nivel de presión que ejerce la presencia de ganado a nivel nacional. ..	26
Figura 12. Hectáreas afectadas por incendios forestales al año, según tipo de vegetación y macrozona	27
Figura 13. Superficie anual acumulada de vegetación nativa (bosque nativo y matorral) afectada por incendios forestales, desde la temporada 2010-2011 hasta la temporada 2020-2021	27
Figura 14. Espacialización de la presión que ejercen los incendios forestales a nivel nacional.	28
Figura 15. Respuestas a la pregunta “¿En cuál o cuáles macrozonas posee usted mayor conocimiento y/o experiencia?”, de la encuesta aplicada a expertos.	29
Figura 16. Espacialización del impacto combinado de cuatro factores de degradación de la vegetación nativa a nivel nacional.	32
Figura 17. Espacialización del impacto combinado de los principales factores de degradación sobre la vegetación nativa, en la región de La Araucanía.....	33

1. INTRODUCCIÓN

La disminución de la biodiversidad a nivel mundial a causa de las actividades antrópicas, alcanza en la actualidad cifras sin precedentes (SCDB, 2020). Se estima que un 75% de la superficie terrestre ha sufrido alteraciones considerables, lo que ha generado un deterioro de los ecosistemas naturales y una reducción en su capacidad para entregar bienes y servicios (IPBES, 2019).

Los ecosistemas forestales no están exentos de esta problemática. Si bien, la deforestación a nivel global se ha reducido en los últimos años en contraste con el decenio anterior, la degradación y fragmentación de los bosques sigue siendo elevada (SCDB, 2020) y es una problemática especialmente relevante en los países en desarrollo (Simula, 2009).

A nivel internacional, los impulsores directos de la degradación forestal más importantes son: la extracción de madera (52% de importancia), la recolección de leña y producción de carbón (31%), los incendios descontrolados (9%) y el pastoreo de ganado en el bosque (7%) (Hosonuma et al., 2012).

Por su parte, en Chile los impulsores de la degradación forestal más relevantes son: la extracción de leña, la presencia de ganado y los incendios forestales. Estos se ven favorecidos por aspectos tales como la pobreza rural, las debilidades institucionales, y las barreras socioculturales y económicas (CAPP, 2019; Kissinger et al., 2012).

Reducir la degradación y restaurar los ecosistemas actualmente degradados, son acciones que se requieren con urgencia para conservar la biodiversidad, mitigar el cambio climático, mejorar el suministro de recursos y mantener los servicios de los ecosistemas (Ghazoul & Chazdon, 2017).

Al respecto, resulta determinante identificar aquellas zonas del territorio nacional en las que estos factores de degradación son más influyentes. Esto con el fin de establecer adecuadamente, acciones y políticas destinadas a conservar y/o restaurar ecosistemas vegetales de alto valor, que se encuentren en estados avanzados de deterioro.

En este contexto, la presente investigación tiene el objetivo de analizar a nivel nacional la presión que ejercen cuatro factores de degradación sobre la vegetación nativa (tanto bosque nativo como ecosistemas de matorral), cuya importancia ha sido ampliamente documentada y cuya información es posible de espacializar. Estos son: a) el consumo de leña, b) las especies exóticas invasoras, c) la presencia de ganado y d) los incendios forestales.

En particular se busca: i) caracterizar cada variable en base a antecedentes bibliográficos en cuatro macrozonas del país (i.e. norte, centro, sur y austral); ii) espacializar a nivel regional la presión tanto

individual como combinada que estos factores ejercen sobre la vegetación nativa; y iii) espacializar la presión que ejercen a nivel comunal en la región de La Araucanía (IX).

Los resultados de esta investigación permitirán identificar aquellas zonas del país en las que la vegetación nativa se encuentra más vulnerable ante estos disturbios y, en consecuencia, con una mayor probabilidad de encontrarse en un estado de degradación. Se espera que los mayores niveles de impacto a nivel nacional se encuentren en las macrozonas centro y sur, ya que éstas concentran el mayor grado de presión antrópica.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Disturbios antrópicos como impulsores de la degradación

En la naturaleza, los ecosistemas vegetales se constituyen como estructuras dinámicas que evolucionan ante la ocurrencia constante de disturbios, es decir, eventos relativamente discretos que perturban la estructura del ecosistema, cambiando la disponibilidad de recursos y el medio ambiente físico (Pickett y White, 1985). Estos actúan a diferentes escalas espacio-temporales y afectan de forma distinta a los diversos niveles de organización biológica (González et al., 2014).

El origen de los disturbios puede ser natural o antrópico, aun cuando la delimitación entre ambos puede no ser siempre clara, debido a que son fenómenos interdependientes (Acharya et al., 2012). Ejemplos de disturbios naturales son el vulcanismo, las irrupciones de insectos, caída de árboles por senescencia, entre otros (González et al., 2014). Por su parte, ejemplos de disturbios antrópicos son la tala selectiva, la sobreexplotación y los incendios forestales (Armenteras et al., 2016).

En condiciones naturales, los disturbios pueden aumentar la diversidad y promover la adaptación evolutiva de las especies (Pickett y White, 1985; Vásquez-Grandón et al., 2018). Esto último se aprecia en la especie *Araucaria araucana* (Molina) K. Koch (araucaria chilena), cuyas características fisiológicas (como su corteza gruesa y su capacidad de rebrote vegetativo), han determinado su capacidad para contrarrestar y responder adecuadamente a los incendios (González & Veblen, 2007).

Cuando los disturbios aumentan en intensidad y frecuencia se deterioran tanto las condiciones bióticas como abióticas del ecosistema, lo que puede conllevar desde un desequilibrio transitorio hasta un estado de degradación irreversible (ver figura 1), en el que la capacidad de regeneración natural se ve seriamente afectada (Greenheck, 2005).

Actualmente, los impactos de la degradación sobre el bienestar humano y ambiental son más agudos y generalizados que nunca, debido a la transformación de la tierra, las presiones demográficas mundiales y la extracción masiva de recursos (Ghazoul & Chazdon, 2017). Alrededor del 75% de la superficie terrestre mundial presenta alteraciones considerables, que indican un profundo proceso degradativo (IPBES, 2019).

A pesar de su importancia, en la actualidad no existe una definición consensuada de degradación de los bosques. Esto se debe a la incertidumbre que rodea al proceso, la dificultad de establecer un estado de referencia y a las distintas capacidades de regeneración que presentan estos ecosistemas (Armenteras et al., 2016; Vásquez-Grandón et al., 2018).

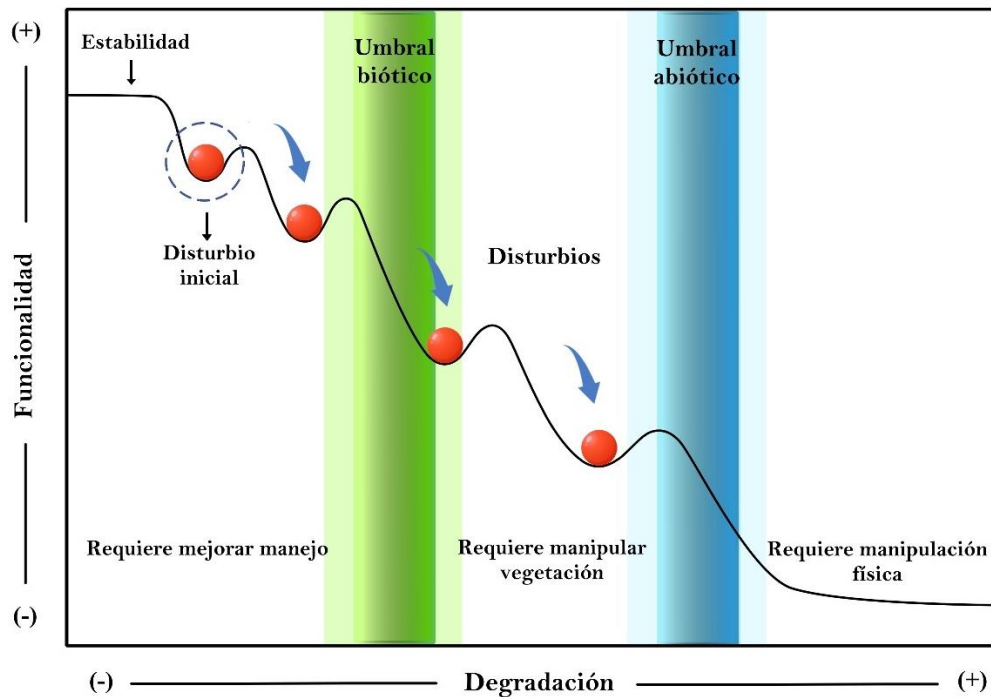


Figura 1. Modelo simplificado de la ocurrencia de disturbios. La figura ilustra cómo la ocurrencia constante de disturbios (esferas rojas) de diverso origen, frecuencia y magnitud en un ecosistema, produce una paulatina disminución de su funcionalidad (eje Y), a la vez que aumenta su nivel de degradación en el tiempo (eje X). Si esta ocurrencia afecta severamente las condiciones bióticas del ecosistema (traspaso de umbral biótico), se requerirá controlar el disturbio y manipular la vegetación para retornar a un estado de menor degradación. Por otro lado, si la ocurrencia de disturbios afecta además las condiciones abióticas (traspaso de umbral abiótico), se requerirá controlar el disturbio y reparar el entorno físico y/o químico (Adaptado de Hobbs & Harris (2001); Vásquez-Grandón et al. (2018)).

Algunas de las más de 50 definiciones de degradación forestal establecidas a nivel internacional (Lund, 2009) son:

- “*Degradación forestal es la reducción de la capacidad del bosque para proveer bienes y servicios*” (FAO, 2002).
- “*Estado de sucesión detenida inducida antropogénicamente, donde los procesos que subyacen a la dinámica forestal están disminuídos o severamente restringidos*” (Ghazoul et al. 2015).

Por otro lado, desde la perspectiva de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) para REDD+ (Reducción de las emisiones derivadas de la deforestación y degradación de los bosques), se define como “*la pérdida de las reservas de carbono dentro de áreas boscosas que siguen siendo boscosas*” (Armenteras et al., 2016).

Lo anterior resulta en que la degradación de los bosques sea evaluada de múltiples formas. Ejemplos de indicadores directos para evaluar la degradación forestal son la variación en abundancia y densidad de especies silvestres, cambios en la densidad del dosel y del sotobosque, abundancia de especies exóticas invasoras, entre otros (Acharya et al., 2012; Armenteras et al., 2016).

Por su parte, ejemplos de variables indirectas (evaluadas mediante teledetección) son: la densidad de caminos (Vergara y Gayoso, 2004), nivel de fragmentación (Salinas et al., 2018; Otavo y Echeverría, 2017), frecuencia y tamaño de claros de bosque (Gutiérrez, 2017), entre otras.

2.2 Factores de degradación y deforestación a nivel mundial

Los factores que impulsan la degradación de los ecosistemas forestales son diversos y su importancia varía en función de las características socioeconómicas, culturales, políticas y tecnológicas particulares de cada territorio. Aspectos como la pobreza, la alta densidad poblacional, las políticas inadecuadas y las debilidades institucionales, se relacionan con mayores niveles de degradación (Kissinger et al., 2012; Simula, 2009).

Al estudiar 46 países de África, Asia Subtropical y Latinoamérica, se han identificado los principales factores de degradación que afectan a los ecosistemas boscosos a nivel global (ver figura 2), siendo los más importantes: la extracción de madera (52% de importancia), la recolección de leña y producción de carbón (31%), los incendios forestales descontrolados (9%) y el pastoreo de ganado (7%) (Hosonuma et al., 2012; Kissinger et al., 2012).

Por otro lado, el principal factor impulsor de la deforestación a nivel mundial es la agricultura tanto comercial como de subsistencia, con un 80% de importancia. A esta le sigue el desarrollo de infraestructura, la minería y la expansión urbana (Hosonuma et al., 2012).

Mientras que la deforestación implica un cambio de estado de “boscoso” a “no boscoso”, con una consiguiente conversión a otros usos de la tierra (i.e minería, agricultura, entre otros); la degradación ocurre mientras se mantiene la cobertura y el uso del suelo como “bosque”, por lo que la vegetación nativa puede volver regenerarse (Armenteras et al., 2016; Simula, 2009; Hosonuma et al., 2012).

Se estima que, a nivel global, entre los años 2001 y 2021, un total de 119 Mha de cobertura arbórea se vieron afectadas por incendios, y cerca de 318 Mha se perdieron a causa del cambio de uso de suelo y la deforestación asociada a materias primas (Global Forest Watch, 2022; ver figura 3). Por otro lado, hacia el año 2000, alrededor de 850 millones de hectáreas de bosques tropicales y tierras forestales a nivel global se encontraban degradadas (OIMT, 2002).

Si bien la deforestación a nivel global se ha reducido en los últimos años en contraste con el decenio anterior, la degradación y fragmentación de los bosques sigue siendo elevada (SCDB, 2020) y es una problemática especialmente relevante en los países en desarrollo (Simula, 2009).

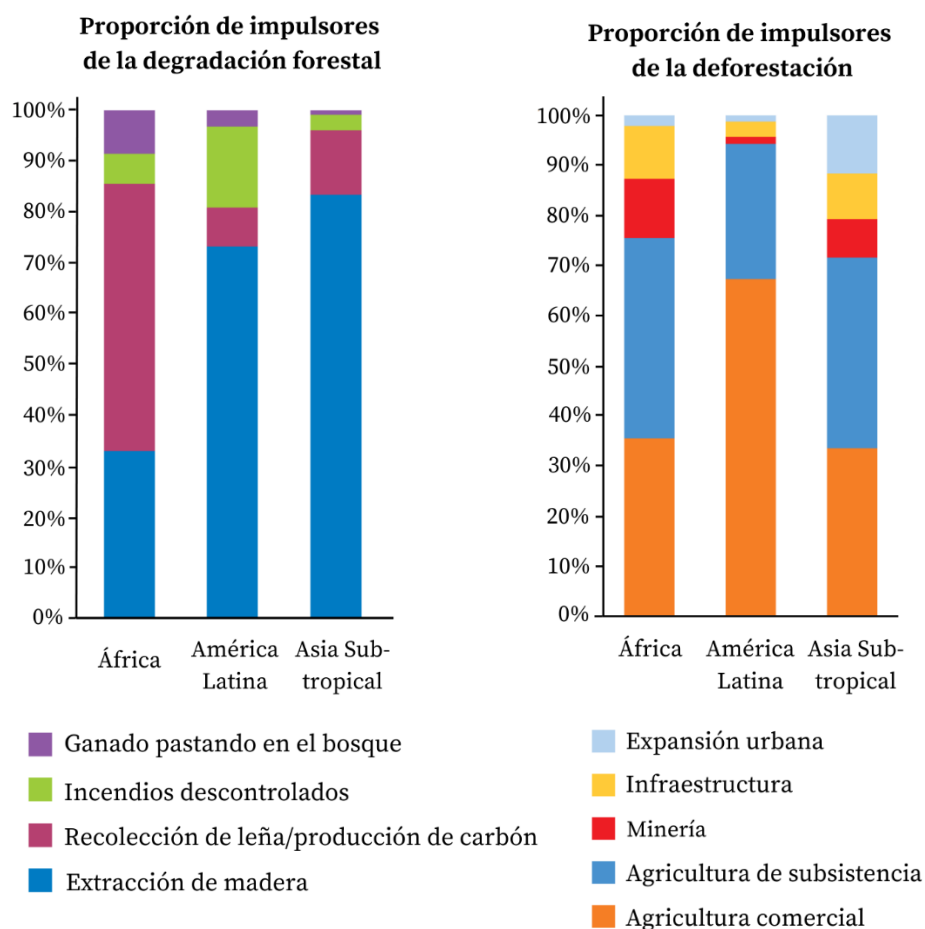


Figura 2. Factores impulsores de la degradación y deforestación a nivel internacional (Hosonuma et al., 2012).

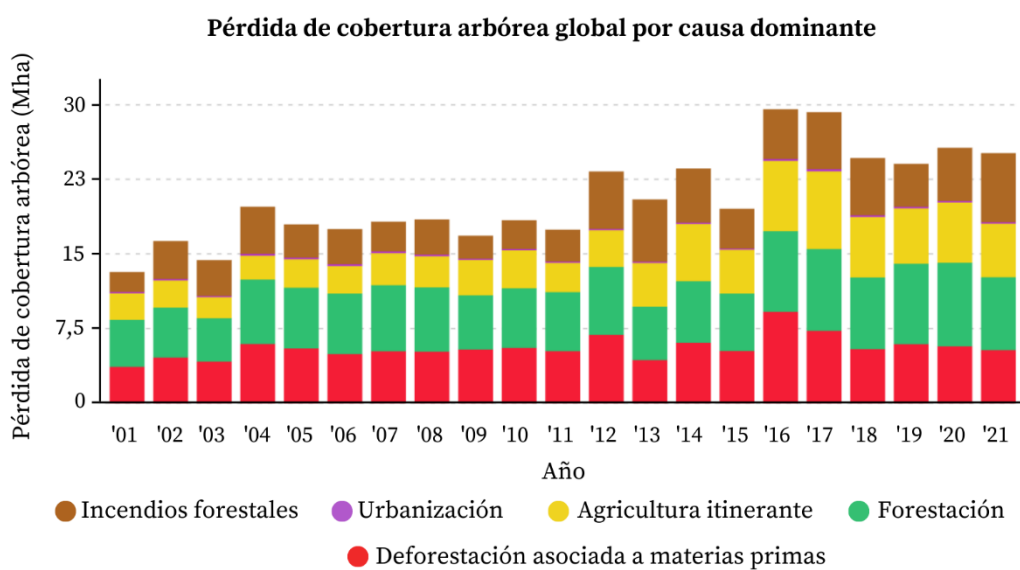


Figura 3. Pérdida anual de cobertura arbórea global por causa dominante (Global Forest Watch, 2022).

Los impactos negativos más relevantes que ejercen los principales factores de degradación sobre la vegetación son:

- **Extracción insostenible de madera, recolección de leña y producción de carbón:** cambian significativamente la vegetación del bosque y afectan su capacidad de regeneración natural (Bahamondez & Thompson, 2016; Armenteras et al., 2016). El bosque se degrada cuando las pérdidas de biomasa superan a las ganancias por regeneración en el tiempo. Esto reduce la biodiversidad de especies arbóreas, la disponibilidad de hábitat para la vida silvestre y el número de agentes dispersores de semillas (Armenteras et al., 2016; Vásquez-Grandón et al., 2018).
- **Incendios:** Modifican la estructura y composición de especies, afectan las dinámicas sucesionales y perturban las interacciones ecológicas clave. Asimismo, incendios frecuentes, extensos y de alta severidad pueden desencadenar procesos erosivos y degradativos, que amplifican los impactos negativos sobre el medio. Entre estos se encuentra: la modificación del pH del suelo, aumento en la proliferación de especies exóticas invasoras, la alteración del ciclo de nutrientes y alteración del ciclo hidrológico (Fernández et al., 2010).
- **Sobrepastoreo de ganado:** genera una compactación del suelo por el tránsito continuo, favorece la propagación de especies exóticas, reduce la regeneración de especies por el ramoneo y altera el ciclo de nutrientes por acumulación de estiércol (Fajardo, 2019). Además, el ganado cambia la composición florística del estrato herbáceo, formando un tapiz de especies resistentes al pastoreo, que desplazan a las especies nativas y afectan el establecimiento de nuevas plántulas (Bava & Quinteros, 2018; Ramírez et al., 2012).

Adicionalmente, existen factores de degradación que pueden impactar sobre la vegetación de forma menos perceptible. Entre estos se encuentra la caza insostenible y la presencia de especies exóticas invasoras (EEI).

Entre los sistemas dependientes de la fauna, cuyos procesos se ven potencialmente afectados por la caza están la regeneración vegetal (reducción de los agentes dispersores y consumidores de semillas), la diversidad vegetal (alteración de pautas de herbivoría y aumento de plagas) y las redes alimentarias (pérdida de depredadores y presas) (Nasi & Van Vliet, 2011).

En cuanto a las especies exóticas invasoras (EEI), éstas corresponden a una de las cinco causas principales de pérdida de biodiversidad en el mundo, junto con el cambio de uso de suelo, la sobreexplotación de recursos naturales y los incendios (PNUD, 2017). Entre sus principales consecuencias se encuentra la depredación de especies nativas, la competencia por espacio y recursos, la transmisión de enfermedades, así como la alteración y fragmentación de los hábitats (COCEI, 2014).

2.3 Factores de degradación de los ecosistemas forestales en Chile

En Chile, alrededor del 50% de los bosques nativos se encuentran en estados avanzados de degradación (Armenteras et al., 2016). Al respecto, los principales impulsores de la degradación forestal a nivel nacional son la tala selectiva, la extracción de leña, los incendios forestales y el sobrepastoreo de ganado (CAPP, 2019; Kissinger et al., 2012; Marquet et al., 2019; MMA, 2019).

2.3.1 Extracción de leña

En Chile, los combustibles derivados de la madera tienen una gran importancia en la matriz energética (Reyes et al., 2017). Del 100% de la energía total consumida (TFC) en el país, el 15% corresponde a biocombustibles y residuos (principalmente leña). Estos son utilizados mayoritariamente en el sector residencial, seguido de la industria y el sector comercial (IEA, 2018; ver Anexo 1).

A pesar de la gran disponibilidad de biomasa y de su importancia como recurso energético, la mayor parte de los bosques nativos se encuentran sometidos a un mal manejo y a una sobreexplotación. Esto debido a que el mercado de la leña (considerando la producción, distribución, comercialización y consumo) presenta altos niveles de informalidad, lo que ha degradado miles de hectáreas de bosques (RedPe, 2020; Reyes y Neira, 2013).

Se estima que para el año 2012 el 53% de la leña provino del bosque nativo (RedPe, 2020). Asimismo, el 96% de toda la madera extraída de bosques nativos es utilizada como leña. Si bien, la proporción de leña de madera nativa ha disminuido en las últimas décadas debido a la disponibilidad de plantaciones forestales de especies exóticas (p. ej. eucalipto, pino insigne, aramo, entre otras), sigue siendo una variable decisiva en el deterioro del bosque (CAPP, 2019; Reyes et al., 2017).

2.3.2 Incendios forestales

A nivel nacional, los incendios forestales constituyen una de las principales causas de degradación y pérdida del bosque nativo (Marquet et al., 2019). Su ocurrencia está dada principalmente por causas antrópicas y tanto el número como la superficie afectada se ha incrementado en los últimos años (MMA, 2020).

Durante el quinquenio 2014-2018 se registraron a nivel nacional 6.504 incendios al año, los que afectaron a 177.285 ha en promedio anualmente. Del total de superficie afectada, más del 50% correspondió a formaciones vegetacionales nativas (MMA, 2019), siendo los ecosistemas de tipo mediterráneo los más afectados (MMA, 2020).

2.3.3 Sobrepastoreo de ganado

La mayor parte de los bosques nativos en Chile se encuentran expuestos a una actividad ganadera irregular (también denominada “ganadería forestal”) en la que la vegetación es utilizada como fuente de forraje y refugio, especialmente en el invierno. Esta problemática está presente tanto en la cordillera como en el valle central y genera diversas consecuencias negativas sobre la vegetación, pudiendo incluso afectar a zonas de alto valor para la conservación (Zamorano-Elgueta, 2018).

El sobrepastoreo de ganado bovino, ovino y caprino afecta actualmente a millones de hectáreas de bosque nativo, siendo algunas de las especies más afectadas el quillay (*Quillaja saponaria* Molina.) en la zona central; el roble (*Nothofagus dombeyi* (Mirb.) Oerst.) y raulí (*Nothofagus alpina* (Poepp. ex A. DC.) Oerst.) en la zona centro-sur; y la lenga (*Nothofagus pumilio* (Poepp. & Endl.) Krasser) y el ñirre (*Nothofagus antarctica* (G. Forst.) Oerst.) en la zona austral (CAPP, 2019; Otero, 1994).

2.3.4 Especies exóticas invasoras (EEI)

Los informes nacionales de biodiversidad resaltan el impacto negativo que ejercen las especies exóticas invasoras (EEI) sobre la vegetación (CAPP, 2019; MMA, 2020). En este contexto, un estudio realizado a nivel nacional evaluó económicamente el impacto de siete especies exóticas invasoras: el castor (*Castor canadensis*), el conejo (*Oryctolagus cuniculus*), el jabalí (*Sus scrofa*), la avispa chaqueta amarilla (*Vespula germanica*), la zarzamora (*Rubus spp.*), el espinillo (*Ulex europaeus*) y el visón (*Neovison vison*) (PNUD, 2017).

En conjunto, estas especies impactan significativamente tanto a la productividad como a la biodiversidad, lo que se ha valorado en un costo de USD\$87.939.327 al año (ver Anexo 2). De este monto, aproximadamente USD\$12.735.278 corresponden a las pérdidas asociadas a componentes de la biodiversidad (PNUD, 2017).

3. METODOLOGÍA

3.1 Área de estudio

El área de estudio comprende la superficie continental de Chile (ubicada entre los 17°30' y 56°30' de latitud sur), desde la región de Arica y Parinacota, hasta la región de Magallanes. Se realizó una estratificación del territorio en cuatro macrozonas: a) macrozona norte (17°30'-32°15'), b) macrozona centro (32°02'-38°29'), c) macrozona sur (37°35'-44°14') y d) macrozona austral (43°38'-56°30'). Para esto se consideraron los límites político-administrativos regionales.

La macrozona norte abarca desde la región de Arica y Parinacota (XV) hasta la región de Coquimbo (IV); la macrozona centro desde la región de Valparaíso (V) hasta la región del Biobío (VIII); la macrozona sur abarca desde la región de La Araucanía (IX) hasta la región de Los Lagos (X); y la macrozona austral incluye a las regiones de Aysén (XI) y Magallanes (XII) (ver figura 4).

El análisis se realizó tanto a nivel de macrozonas como a nivel regional. Paralelamente se realizó un análisis a nivel comunal en la región de La Araucanía (IX), la cual se encuentra en la macrozona sur, entre los 37°35' y los 39°37' de latitud sur. Esto con el fin de tener una mirada más localizada de las variables de estudio.

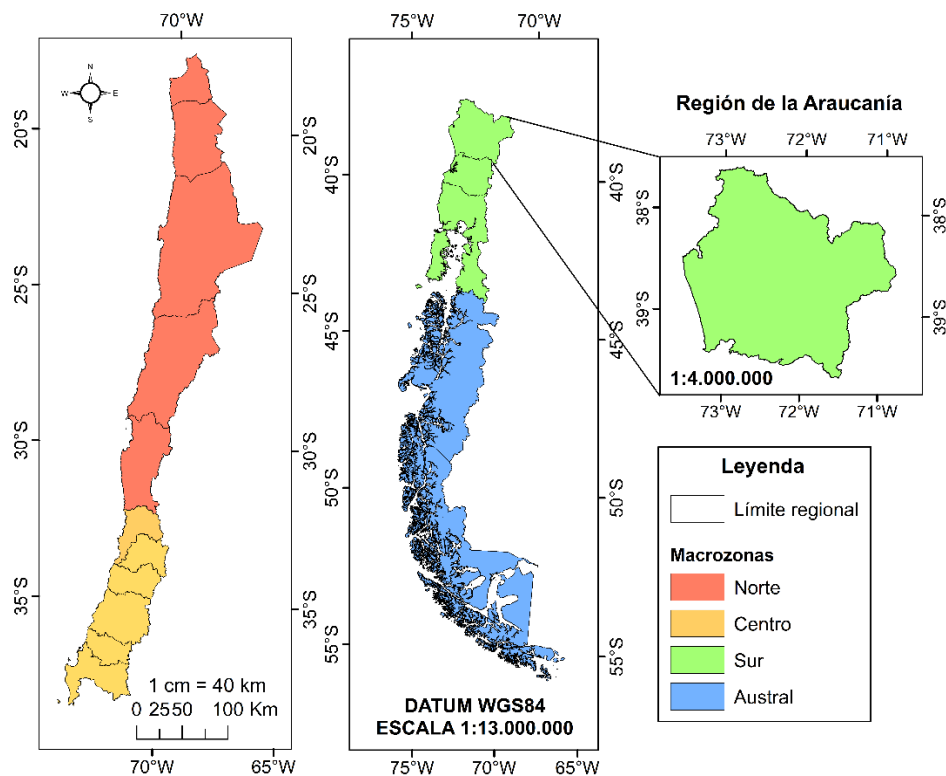


Figura 4. Estratificación del área de estudio.

3.1.1 Clima

De acuerdo a Sarricolea et al. (2017) y en base a la clasificación climática de Köppen-Geiger, Chile cuenta con 25 tipos de clima a lo largo del territorio. En la macrozona norte predominan los climas desérticos y semiáridos; en la macrozona central domina el clima mediterráneo; en la macrozona sur prevalecen los climas templados; y en la macrozona austral existe un predominio de climas de tundra polar, además de zonas con ocurrencia de climas semiáridos patagónicos y climas sub-mediterráneos (ver Anexo 4).

3.1.2 Vegetación

La flora de Chile continental se encuentra entre los 17°35S y los 56°S de latitud, abarcando 4270 km y cubriendo una superficie total de 756.626 km² (ver Anexo 5). Su distribución se explica por el gradiente climático norte-sur que implica un aumento de la precipitación y una disminución de la temperatura a lo largo del mismo (Bannister et al., 2012).

La mayor riqueza de especies nativas se concentra en las macrozonas centro y sur del país (desde los 31°S hasta los 42°S), y disminuye gradualmente hacia las zonas norte y austral (ver figura 5). Asimismo, el centro y sur del país concentran la mayor cantidad de especies exóticas, lo que se explica por los altos niveles de antropización del territorio y cambios en el uso del suelo (Bannister et al., 2012).

En total, Chile cuenta con 7.316 especies de flora vascular, de las cuales el 59,5% corresponden a especies nativas, 16,4% exóticas y el 27,7% endémicas (Bannister et al., 2012). Los altos niveles de endemismo que existen en las macrozonas norte y centro (entre los 22 y 37°S), junto con la gran presión que ejercen en esta zona las actividades antrópicas, definen su calidad como hotspot de biodiversidad a nivel mundial (Arroyo et al., 2008; Bannister et al., 2012). A pesar de esto, la mayor superficie de áreas protegidas se encuentra en la zona austral del país (83% del total a nivel nacional) (CONAF, 2020).

En cuanto a los tipos de vegetación, Chile cuenta con un total de 147.374,9 km² de bosque nativo, de los cuales la mayor parte se encuentra en la macrozona austral (48,6%), en la que domina el tipo forestal “lenga”. A esta le sigue la macrozona sur (31,9%), con predominio de los tipos forestales “roble-raulí-coigüe”, “siempreverde” y “lenga”; y la macrozona centro (18,6%), con dominancia de los tipos forestales “esclerófilo” y “roble-raulí-coigüe”. En la macrozona norte se concentra solo 1% de la superficie total de bosque nativo (principalmente esclerófilo) y el 57,4% de la superficie de praderas y matorrales del país (CONAF, 2021; ver anexo 6).

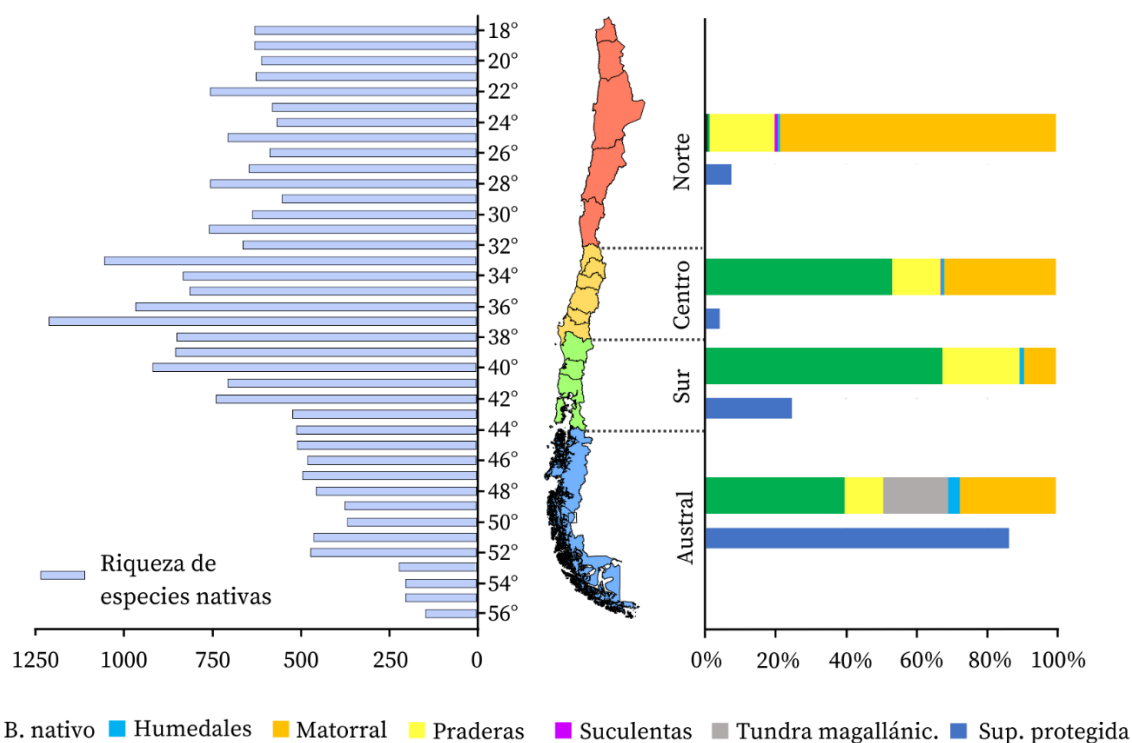


Figura 5. Caracterización de la vegetación a nivel nacional. La figura ilustra la riqueza de especies de flora vascular nativa, a lo largo de un gradiente latitudinal de acuerdo a Bannister et al. (2012) (histograma de la izquierda). Paralelamente, el gráfico de barras de la derecha presenta la proporción de los tipos vegetacionales según macrozona (i.e. bosque nativo, praderas, suculentas, tundra magallánica, humedales y matorrales), junto con el porcentaje de superficie protegida, a través del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) (CONAF, 2020, 2021).

3.1.3 Población

De acuerdo a los resultados del Censo de Población y Vivienda 2017 (INE, 2018), Chile cuenta con una población total de 17.574.003 habitantes, el 73% de los cuales se encuentran en la macrozona centro. A esta le siguen las zonas norte, sur y austral con 12,6%, 12,4% y 1,5% respectivamente.

Las regiones que concentran la mayor densidad poblacional corresponden a las regiones de Valparaíso (V), Metropolitana (RM), O'Higgins (VI) y Biobío (VIII), con un rango que va desde los 36,5 y 461,8 habs/km². Por su parte, las regiones de Antofagasta (II), Atacama (III), Aysén (XI) y Magallanes (XII) son las que presentan la menor densidad poblacional, con un máximo de 4,8 habs/km² (INE, 2018).

3.2 Selección de factores de degradación

En la presente investigación se hizo un análisis de los principales disturbios antrópicos (en adelante, factores de degradación) que actualmente impulsan la degradación de la vegetación nativa en Chile. Para esto, se consideró la definición de disturbios de Pickett & White (1985) que los señala como todos

aquellos eventos relativamente discretos que perturban la estructura del ecosistema, cambiando la disponibilidad de recursos y el medio ambiente físico.

Asimismo, se consideró la definición de degradación establecida por Ghazoul et al. (2015), que la señala como *“un estado de sucesión detenida inducida antropogénicamente, donde los procesos que subyacen a la dinámica forestal están disminuídos o severamente restringidos”*.

Se escogió trabajar con aquellos factores de degradación que han sido señalados por la literatura científica y reportes nacionales como los más importantes a nivel nacional, y cuya información se encuentra sistematizada, actualizada y disponible para cada una de las regiones del país. En este sentido se consideró: a) el consumo de leña, b) la presencia de ganado (bovino, caprino y ovino), c) los incendios forestales y d) las especies exóticas invasoras (EEI).

Finalmente, con el fin de abarcar toda la superficie continental del territorio nacional, se analizó la presión sobre la vegetación nativa tanto arbórea como arbustiva. Esto, debido a que la macrozona norte concentra solo el 1% de la superficie de bosque nativo a nivel nacional. Además, se consideró que los ecosistemas de matorral (usualmente poco abordados en los estudios de degradación de la vegetación), son igualmente importantes.

3.3 Obtención y procesamiento de datos

3.3.1 Consumo de leña

Las cifras oficiales respecto del volumen de leña que se consume en el país, varían considerablemente dependiendo de las distintas fuentes de información disponibles. Esto se debe a que los altos niveles de informalidad que rodean al proceso, impiden obtener un registro periódico único de consumo. La mayor parte de los datos corresponden a estimaciones realizadas en base a encuestas (e.g., encuesta CDT), cuyas metodologías utilizadas también presentan grandes diferencias (Álamos et al., 2021).

Para este estudio se consideró el “Reporte de consumo de leña” elaborado por el Instituto Forestal (INFOR, 2022), el cual contiene una base de datos sobre el consumo residencial de leña, a nivel comunal y regional, desde el año 1992 hasta el año 2019. Estos datos son el resultado de estimaciones realizadas en base a los Censos de Población y Vivienda, encuestas Cases, entre otros estudios. En este reporte se define leña como porción de madera en bruto de troncos, ramas y otras partes de árboles y arbustos, utilizada como fuente energética residencial y/o industrial (definición establecida en la Norma Chilena Nch 2907/2005).

A partir de esta información, se obtuvo el consumo urbano y rural de leña en m³ sólidos al año para cada región, desde el año 2009 hasta el año 2019 (11 años). Debido a que la información contenida en este reporte considera el consumo de leña de especies tanto exóticas como nativas, se descontó el volumen correspondiente a especies exóticas, a partir de la desagregación de consumo de leña por especie y región elaborada por RedPE (2020; ver Anexo 7).

Con el fin de espacializar el impacto del consumo de leña a nivel nacional, se dividió el volumen (m³) de consumo anual (promedio del período) de cada región, por su respectiva superficie (km²) de bosque nativo y matorrales, de acuerdo a las últimas actualizaciones del Catastro de uso de suelo y vegetación (CONAF, 2021). En este sentido, regiones con mayores niveles de consumo anual de leña y con menor superficie de vegetación nativa, serán más vulnerables ante esta actividad y, en consecuencia, estarían asociadas a una mayor degradación por extracción de leña.

3.3.2 Especies exóticas invasoras (EEI)

En base al gran impacto negativo que ejercen las especies exóticas invasoras (EEI) sobre la biodiversidad, se escogió espacializar la presión de este factor de degradación. Para esto, se consideró la distribución a nivel nacional de seis especies exóticas invasoras, cuyos impactos sobre la biodiversidad y productividad han sido cuantificados en Chile.

Las especies incluidas fueron el castor (*Castor canadensis*), el conejo (*Oryctolagus cuniculus*), el jabalí (*Sus scrofa*), la avispa chaqueta amarilla (*Vespula germanica*), la zarzamora (*Rubus spp.*) y el espinillo (*Ulex europaeus*). Los impactos negativos, tanto directos como indirectos que estas especies ejercen sobre la vegetación nativa, se presentan en el Anexo 3.

Se obtuvo la distribución a nivel nacional de cada especie, a partir de distintas fuentes bibliográficas (Molina et al. (2018); Pérez D'Angelo (2000); PNUD (2017); Quiroz et al. (2009); Skewes et al. (2012)) y se determinó la cantidad de especies presentes en cada región y macrozona del país.

3.3.3 Ganado

Para determinar la presencia de ganado a nivel nacional se recurrió al VII y VIII Censo Nacional Agropecuario y Forestal, publicados el año 2007 y 2021 respectivamente (INE, 2007, 2021). De estos, se obtuvo la cantidad de cabezas de ganado bovino, caprino y ovino para cada región y se determinó la variación porcentual entre ambos períodos. Finalmente, para espacializar la presión que puede ejercer ganado sobre la vegetación, se dividió la cantidad de cabezas (presentes hacia el año 2021), por la superficie (km²) regional de bosque nativo, matorrales, praderas perennes y rotación cultivo-pradera (CONAF, 2021).

La inclusión de estas dos últimas variables se explica por el hecho de que, una mayor presencia de cultivos de pradera o praderas perennes en una determinada región, implicaría una menor presión directa sobre los bosques nativos y matorrales. Asimismo, una mayor superficie de bosque nativo y matorrales en una región, supondrá una menor proporción de vegetación nativa potencialmente afectada por el sobrepastoreo de ganado.

3.3.4 Incendios forestales

Para obtener la superficie de vegetación nativa afectada por incendios a nivel nacional, se accedió al resumen nacional de ocurrencia de incendios forestales de CONAF (2022), el cual presenta información desde el año 1985 hasta la fecha. A partir de este registro, se determinó la superficie (ha) de bosque nativo y matorrales afectada por la ocurrencia de incendios, desde la temporada 2010-2011 hasta la temporada 2020-2021 (11 años).

Posteriormente, los valores anuales de superficie afectada durante el período fueron, promediados y divididos por la superficie regional de bosque nativo y matorrales, de acuerdo al Catastro de Uso de Suelo y Vegetación (CONAF, 2021). En este sentido, regiones con una menor superficie de vegetación nativa y con cifras elevadas de superficie anual afectada por incendios, estarían asociadas a mayor degradación por incendios forestales.

3.4 Análisis localizado en la región de La Araucanía

De manera más específica, se utilizó la misma metodología para espacializar el impacto de estos factores de degradación en la región de La Araucanía, a partir de los límites político-administrativos comunales. Cabe destacar que no se consideró la presencia de especies exóticas invasoras debido a que no existe información detallada respecto de su distribución a nivel comunal.

El consumo anual de leña nativa (m^3 sólidos al año) de cada comuna, se obtuvo a partir del reporte elaborado por Reyes et al. (2020). Posteriormente, volumen anual de consumo fue dividido por la superficie (km^2) comunal de bosque nativo y matorrales, de acuerdo al Catastro de Uso de Suelo y Vegetación (CONAF, 2021).

Para el caso del ganado, debido a que el VIII Censo Agropecuario y Forestal (INE, 2021) no contiene información a nivel comunal, se utilizó la proporción de cabezas de ganado (bovino, caprino y ovino) de cada comuna según el VII Censo Agropecuario y Forestal (INE, 2007). Este porcentaje comunal fue aplicado sobre la cifra regional de ganado del último censo (2021). En este sentido, se asume que la proporción de ganado de todas las comunas se ha mantenido igual entre ambos períodos, situación que, sin embargo, puede ser altamente contrastante con la realidad.

Finalmente, en cuanto a los incendios, se acudió al registro nacional de ocurrencia de incendios de CONAF (2022). A partir de este, se obtuvo la superficie (ha) de bosque nativo y matorrales afectada desde la temporada 2010-2011 hasta la temporada 2020-2021 (11 años); valor que fue dividido por la superficie (km²) de ambos tipos vegetacionales de acuerdo al Catastro de los Recursos Vegetacionales y Uso de la Tierra (CONAF, 2021).

Finalmente, en cuanto a los incendios forestales, se obtuvo la superficie (ha) afectada de bosque nativo y matorrales desde la temporada 2010-2011 hasta la temporada 2020-2021 (11 años), para cada comuna de la región. Posteriormente, la superficie afectada promedio del período, fue dividida por la superficie comunal de bosque nativo y matorrales (CONAF, 2021).

3.5 Mapa final de impacto

La representación espacial del impacto combinado que ejercen los principales factores de degradación sobre la vegetación nativa, se realizó en base al método de análisis multicriterio, particularmente al procesos de combinación lineal ponderada. Este es utilizado en los sistemas de información geográfica para la superposición de rásteres (considerando el pixel como unidad de medida), a través de una estandarización de criterios continuos (factores) en un rango numérico común. Los valores resultantes son combinados por medio de un promedio ponderado (Manzano-Solís et al., 2019), tal como se ilustra en la figura 6.

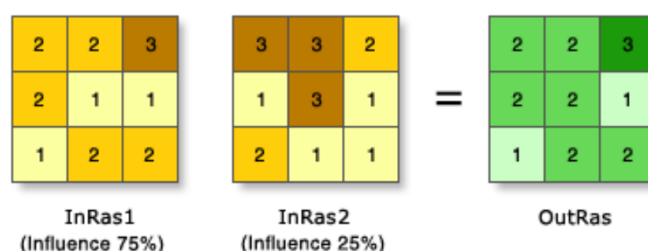


Figura 6. Ejemplificación del proceso de superposición ponderada. En la ilustración, los valores de celda de dos rásteres de entrada se han reclasificado a una escala de medición común de 1 a 3. A cada ráster se le asigna un porcentaje de influencia. Los valores de celda se multiplican por su influencia de porcentaje y los resultados se suman para crear el ráster de salida. Por ejemplo, observe la celda superior izquierda. Los valores de las dos entradas son $(2 * 0,75) = 1,5$ y $(3 * 0,25) = 0,75$. La suma de 1,5 y 0,75 es 2,25. Como el ráster de salida de Superposición ponderada es un entero, el valor final se redondea a 2 (ArcGIS Desktop, s.f.).

Al respecto, de forma similar a este proceso, se realizó una combinación lineal ponderada, en función de los niveles de presión que ejerce cada factor de degradación en cada región. Para esto, los valores regionales de impacto de cada factor de degradación fueron agrupados en seis intervalos (Tabla 1). Cada

intervalo fue reclasificado con un puntaje de uno a seis, en donde el valor uno implica un impacto mínimo sobre la vegetación y el valor seis un impacto máximo.

Tabla 1. Clasificación y puntuación de factores de degradación en seis intervalos. Donde 1=mínimo impacto y 6= máximo impacto sobre la vegetación.

Intervalo/ Puntaje	Consumo de leña (m ³ /año/km ²)	EEI (n° de especies)	Ganado (c/km ²)	Incendios (ha/km ²)
1	0,0 - 1,2	0	0 - 2	0,0 - 0,01
2	1,2 - 3,9	1	2 - 6	0,01 - 0,04
3	3,9 - 6,1	2	6 - 9	0,04 - 0,44
4	6,1 - 12,2	3	9 - 19	0,44 - 0,69
5	12,2 - 63,0	4	19 - 27	0,69 - 0,84
6	63,0 - 151,1	5	27 - 41	0,84 - 1,09

Posteriormente, los valores de intervalo reclasificados (Tabla 2) fueron ponderados por un peso específico (determinado a partir de una consulta a expertos; ver punto 3.6), tal como se muestra en la siguiente expresión:

$$PP_{FD} = I \times E$$

Donde: PPFD= puntaje ponderado de cada factor de degradación, I=puntaje de intervalo y E=peso específico.

El peso específico de cada variable, se asignó de manera diferenciada en cada macrozona (i.e. norte, centro, sur y austral), debido a que la influencia de estas variables puede ser altamente contrastante a lo largo del territorio nacional. Finalmente, el puntaje de impacto final de cada región se obtuvo a partir de la suma de los puntajes ponderados de cada variable, tal como se muestra en la siguiente expresión:

$$PF = PP_{Leña} + PP_{EEI} + PP_{Ganado} + PP_{Incendios}$$

Donde: PP=puntaje ponderado y PF=puntaje final de impacto.

Tabla 2. Puntajes de intervalo reclasificados para cada factor de degradación, según región. Donde N= Norte, C= Centro, S= Sur, A= Austral.

Zona	Región	C. Leña	EEI	Ganado	Incendios
N	XV	1	1	1	1
	I	1	1	1	1
	II	1	2	1	1
	III	1	3	1	1
	IV	1	4	3	2
C	V	2	5	2	3
	RM	2	5	3	5
	VI	4	5	4	6
	VII	5	5	4	6
	XVI	6	5	5	4
	VIII	6	5	4	4
S	IX	6	6	5	3
	XIV	5	5	6	2
	X	5	5	5	2
A	XI	3	4	2	2
	XII	2	4	4	1

3.6 Encuesta a expertos

Con el fin de jerarquizar y otorgar un peso específico a cada factor de degradación, se realizó una consulta a expertos a nivel nacional (véase como ejemplo la encuesta realizada por el MMA (2019)). Para esto, se consideró como experto a toda persona que se desempeña laboralmente en el ámbito de los recursos naturales, en áreas tales como la vegetación, fauna, actividades silvoagropecuarias, energía u otras.

La encuesta fue enviada a aproximadamente 120 personas, principalmente académicos y funcionarios de CONAF, y se mantuvo abierta entre los días 19 de diciembre de 2022 y 6 de enero de 2023 (19 días). Las preguntas incluidas se presentan en detalle en el Anexo 8.

En la encuesta, se solicitó a los participantes ordenar de acuerdo a su opinión y experiencia personal, cada factor de degradación en un rango de uno a cuatro (valores discretos), en donde el valor uno representa el factor más importante (o primera opción jerárquica) y valor cuatro el menos importante. Este ejercicio de clasificación se solicitó separadamente para cada macrozona (i.e. norte, centro, sur y austral).

Al respecto, a las variables catalogadas por la mayoría de las personas con el valor uno (o primera opción jerárquica), se les otorgó un 40% de importancia (peso específico de 0,4); a las catalogadas mayoritariamente con el valor dos un 30% de importancia (peso específico de 0,3); con el valor tres un 20% de importancia (peso específico de 0,2); y con el valor cuatro, un 10% de importancia (peso específico de 0,1).

En los casos en los que dos variables presentaron igual porcentaje de votos en una misma categoría de importancia (1 opción., 2 opción., 3 opción., o 4 opción.), se consideró aquella variable que no presentó una mayoría en alguna de las categorías anteriores (desde la primera hasta la cuarta opción).

4. RESULTADOS

4.1 Consumo de leña

A nivel nacional, el consumo de leña proveniente de especies nativas alcanza aproximadamente los 6.400.000 m³ sólidos al año. De este volumen total, la mayor parte se consume en la macrozona sur, con 4.165.049 m³ sólidos al año. La macrozona centro ocupa el segundo lugar, con alrededor de 1.600.000 m³ al año. En ambas macrozonas, la tendencia del período (2009-2019) resulta ser creciente (ver figura 7).

Por otro lado, en la macrozona austral se consumen anualmente alrededor de 600.000 m³ y en la macrozona norte esta cifra se reduce a menos de 50.000 m³ al año.

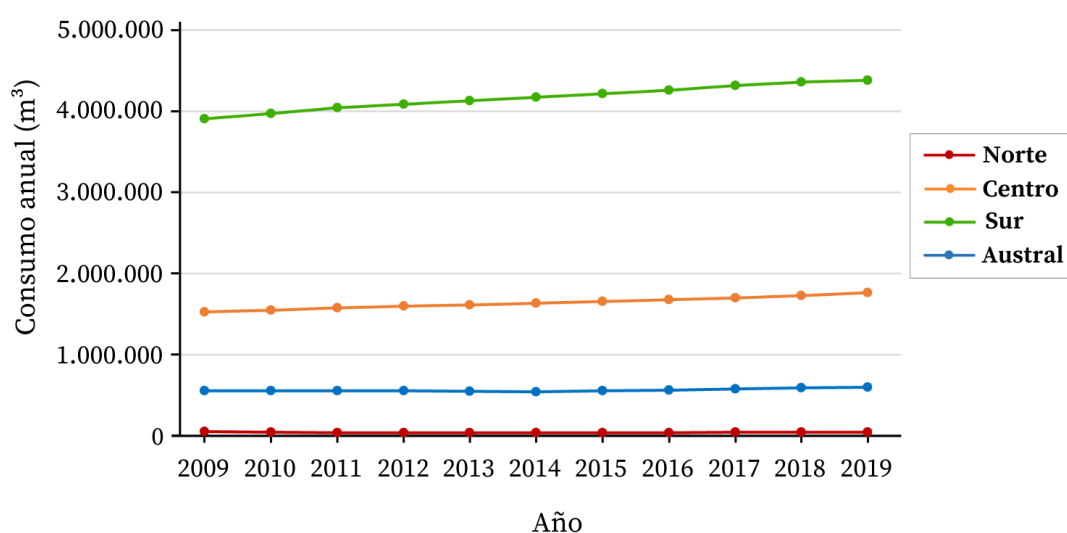


Figura 7. Consumo anual de leña proveniente de especies nativas según macrozona (INFOR, 2022).

Al espacializar la presión ejercida por el consumo de leña de especies nativas a nivel nacional (ver figura 8), se observa que las macrozonas centro y sur del país concentran los mayores niveles de presión.

Las regiones más críticas en ambas macrozonas corresponden a la región del Ñuble (XVI), Biobío (VIII) y La Araucanía (IX). A estas le siguen la región del Maule (VII), Los Ríos (XIV) y Los Lagos (X).

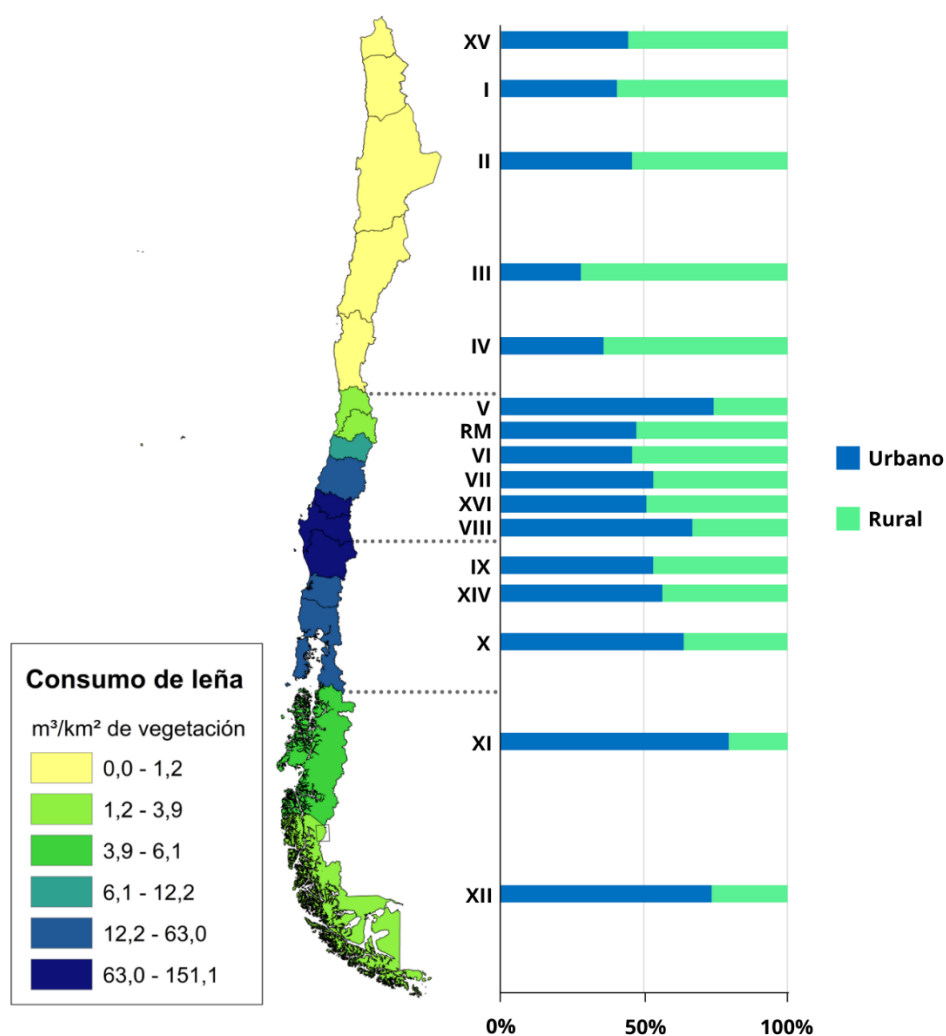


Figura 8. Espacialización de la presión del consumo de leña de especies nativas a nivel nacional. La figura ilustra el gradiente de impacto a través de 6 categorías, que simbolizan el consumo anual de leña en m³ (promedio del período 2009-2019), en razón de la superficie regional de bosque nativo y matorrales (CONAF, 2021). Paralelamente, en el gráfico de barras de la derecha se presenta la proporción de consumo urbano y rural para cada región (INFOR, 2022).

4.2 Especies exóticas invasoras (EEI)

La distribución a nivel nacional de las 6 especies exóticas invasoras (EEI) consideradas en el presente estudio, se muestra en la Tabla 3. Al respecto, la especie con mayor distribución corresponde a la chaqueta amarilla (*Vespula germanica*), seguido del conejo (*Oryctolagus cuniculus*) y la zarzamora (*Rubus spp.*). Por otro lado, la especie con menor rango de distribución corresponde al castor (*Castor canadensis*), el cual se encuentra limitado al extremo sur de la región de Magallanes (Molina et al., 2018).

La macrozona sur es la que contiene la mayor riqueza de especies, con cinco en total. A esta le siguen las macrozonas centro y austral con cuatro especies; y la zona norte con tres especies. A nivel regional,

La Araucanía concentra a 5 de estas 6 EEI, por lo correspondería a la región que se encuentra más vulnerable ante los potenciales impactos dichas especies (ver figura 9).

Tabla 3. Distribución a nivel nacional de seis especies exóticas (EEI) de gran importancia a nivel nacional, según región y macrozona (N= Norte, C= Centro, S= Sur, A= Austral). Donde Total= número de especies presentes por región y Total/zona= número de especies presentes según macrozona.

Zona	Región	Especie						Total	Total/ zona
		Castor	Chaqueta amarilla	Conejo	Zarzamora	Espinillo	Jabalí		
N	XV							0	3
	I							0	
	II			x				1	
	III		x	x				2	
	IV		x	x	x			3	
C	V		x	x	x	x		4	4
	RM		x	x	x	x		4	
	VI		x	x	x	x		4	
	VII		x	x	x	x		4	
	XVI		x	x	x	x		4	
	VIII		x	x	x	x		4	
S	IX		x	x	x	x	x	5	5
	XIV		x		x	x	x	4	
	X		x		x	x	x	4	
A	XI		x	x			x	3	4
	XII	x	x	x				3	
Fuente		Molina et al. (2018).	Pérez D'Angelo (2000).	PNUD (2017).	Quiroz et al. (2009).	Quiroz et al. (2009).	Skewes et al. (2012).		

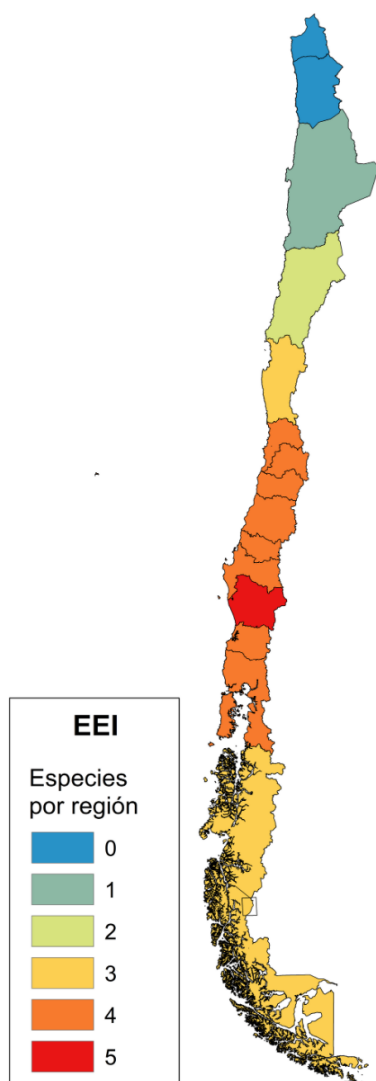


Figura 9. Espacialización del impacto potencial de la distribución de 6 especies exóticas invasoras, a nivel nacional.

4.3 Ganado

Los resultados del VII y VIII Censo Nacional Agropecuario y Forestal (Tabla 4) dan cuenta de una disminución a lo largo de los años en la cantidad de cabezas de ganado (bovino, caprino y ovino). Este hecho sucede en todas las regiones del país, excepto en la región de Tarapacá, en la cual hubo un aumento de cabezas de un 39%.

Las regiones en las que hubo una mayor variación, corresponden a Coquimbo (IV) y Valparaíso (V), con una reducción del 62%. Por su parte, la región con menor porcentaje de variación corresponde a la región de Los Ríos (XIV), con una reducción del 23%. En total, a nivel nacional la reducción en el número de cabezas de ganado alcanza el 36%.

En cuanto a las macrozonas, la mayor parte del ganado se concentra en la macrozona sur, con más de dos millones en total. A esta le siguen la macrozona austral, centro y norte respectivamente.

Tabla 4. Existencias de ganado bovino, caprino y ovino a nivel nacional hacia los años 2007 y 2021 según región y macrozona (N= Norte, C= Centro, S= Sur, A= Austral). Donde Variación= la variación porcentual de cabezas de ganado entre ambos períodos.

Zona	Región	VII (2007)	VIII (2021)	Variación (%)
N	XV	26.539	15.337	-42
	I	12.454	17.340	39
	II	16.936	9.980	-41
	III	51.564	25.812	-50
	IV	530.053	201.158	-62
	Total	637.546	269.627	-58
C	V	178.575	67.388	-62
	RM	137.522	83.309	-39
	VI	259.520	168.893	-35
	VII	453.477	268.860	-41
	XVI	287.227	185.233	-36
	VIII	383.205	225.002	-41
	Total	1.699.526	998.685	-41
S	IX	996.834	619.328	-38
	XIV	747.075	577.470	-23
	X	1.373.526	1.011.201	-26
	Total	3.117.435	2.207.999	-29
A	XI	510.876	316.941	-38
	XII	2.347.161	1.543.828	-34
	Total	2.858.037	1.860.769	-35
Total general		8.312.544	5.337.080	-36

Fuente: INE (2007, 2021).

En la actualidad, la macrozona austral es la que concentra la mayor cantidad de ganado ovino con más de 1.500.000 cabezas. Por su parte, el ganado bovino predomina en la Macrozona sur, con alrededor de 1.600.000 cabezas. Finalmente, el ganado caprino, menos abundante, se concentra principalmente en la macrozona norte con alrededor de 190.000 cabezas (ver figura 10).

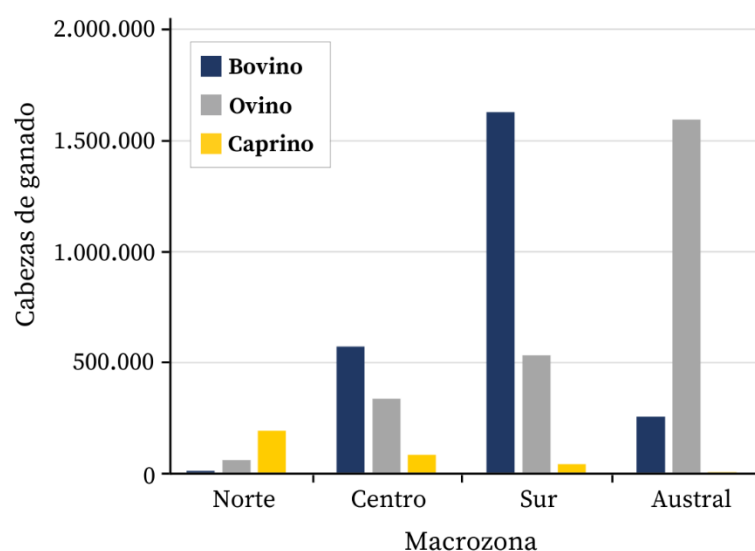


Figura 10. Existencias de ganado bovino, ovino y caprino a nivel nacional hacia el año 2021 (INE, 2021).

Al clasificar espacializar la presión que ejerce la presencia de ganado a nivel nacional (ver figura 11), se aprecia que la región de Los Ríos (XIV) es la que presenta el nivel más alto de presión, con alrededor de 27 a 41 cabezas de ganado por km² de vegetación. A esta le siguen la región de Ñuble (XVI), La Araucanía (IX) y Los Lagos (X), con alrededor de 19 a 27 cabezas de ganado por km² de vegetación.

En general, los niveles más altos de presión se concentran en la macrozona sur del país, seguido de las macrozonas centro y austral respectivamente.

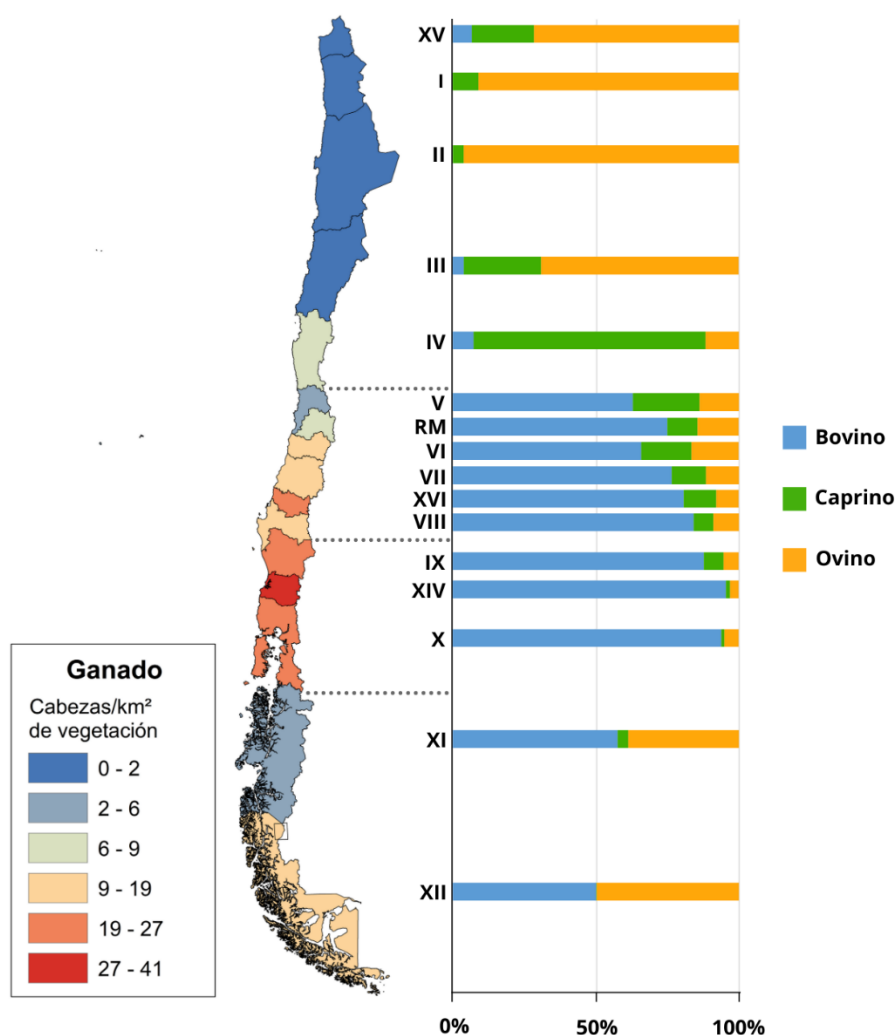


Figura 11. Espacialización del nivel de presión que ejerce la presencia de ganado a nivel nacional. La figura ilustra el gradiente de presión a través de 6 categorías, que simbolizan la cantidad de cabezas de ganado por km² de vegetación (Bosque nativo, matorrales, praderas perennes y rotación cultivo-pradera), de acuerdo a CONAF (2021). Paralelamente, se presenta la proporción por tipo de ganado a nivel regional (gráfico de barras de la derecha) (INE, 2021).

4.4 Incendios forestales

A nivel nacional, la macrozona que presenta la mayor superficie anual (promedio del período 2010-2021) de vegetación nativa afectada por incendios forestales, corresponde a la macrozona centro, con alrededor de 15.500 ha de bosque nativo y 20.000 ha de matorral al año. A esta le sigue la macrozona sur, con alrededor de 3.100 ha y 3.300 ha respectivamente.

Por su parte, en la macrozona austral se afectan anualmente alrededor de 800 ha de bosque nativo y 1.500 ha de matorrales. Finalmente, en la zona norte la superficie afectada por incendios resulta marginal (ver figura 12).

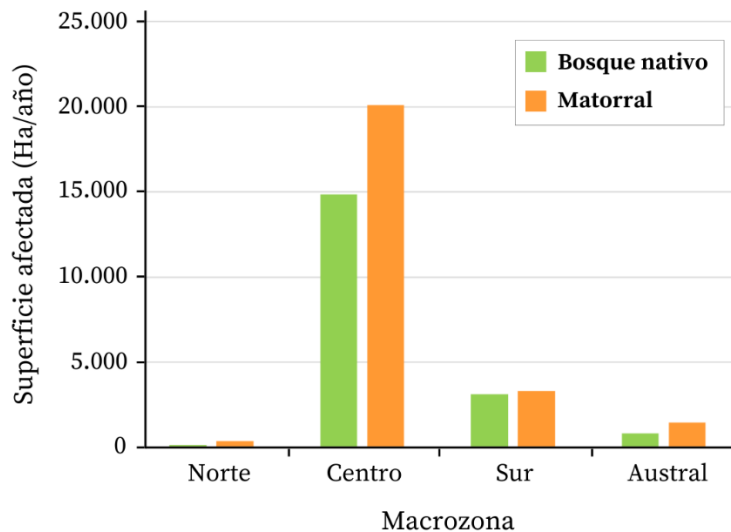


Figura 12. Hectáreas afectadas por incendios forestales al año, según tipo de vegetación y macrozona (CONAF, 2022).

Entre las temporadas 2010-2011 y 2020-2021, se han afectado alrededor de 400.000 ha de bosque nativo y matorrales en la macrozona centro, siendo la temporada 2016-2017 la más crítica. Por su parte, en el resto de las macrozonas se han afectado durante el período menos de 100.000 ha (ver figura 13).

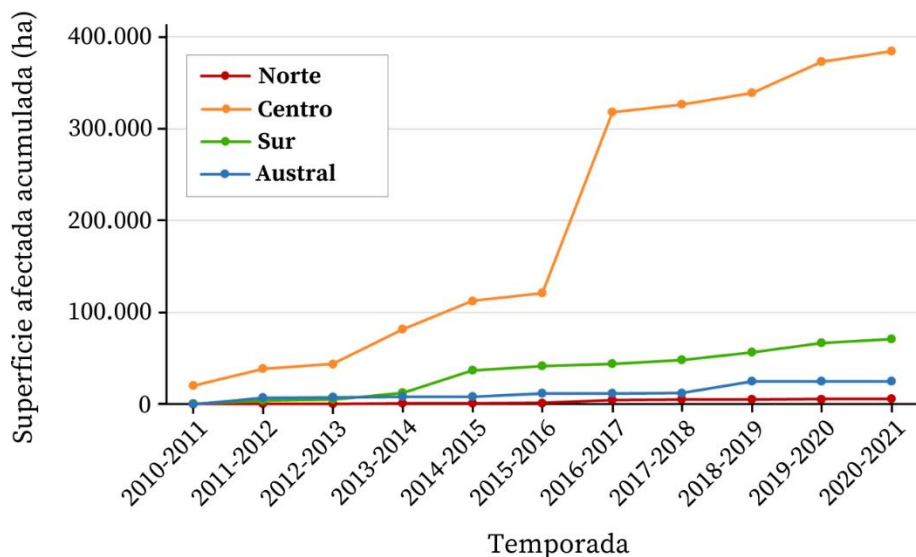


Figura 13. Superficie anual acumulada de vegetación nativa (bosque nativo y matorral) afectada por incendios forestales, desde la temporada 2010-2011 hasta la temporada 2020-2021 (CONAF, 2022).

Finalmente, al espacializar la presión que ejercen los incendios forestales sobre la vegetación nativa a nivel nacional, se observa que en la macrozona centro se concentran los mayores niveles de presión. En esta, las regiones más críticas corresponden a las regiones de O'Higgins (VI) y Maule (VII), seguido de las regiones Metropolitana (RM), Ñuble (XVI) y Biobío (VIII) (ver figura 14).

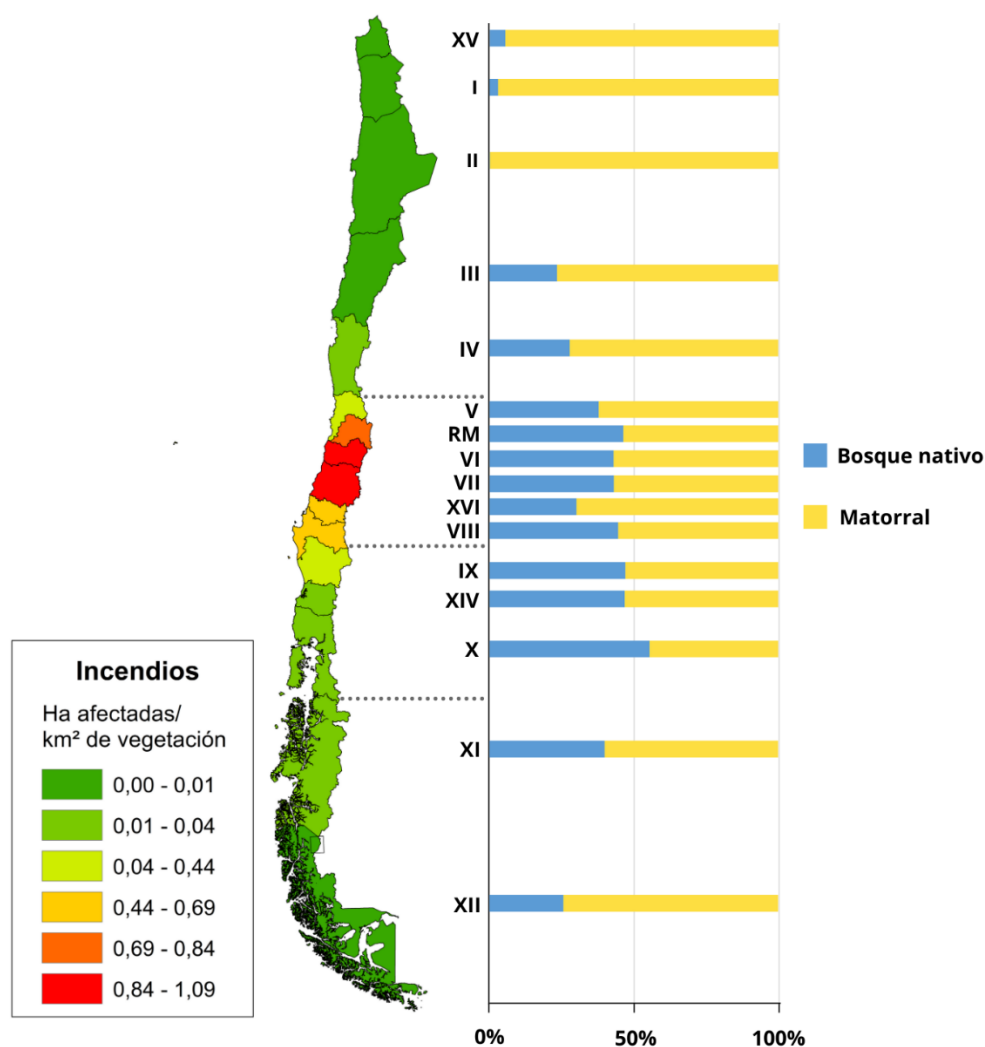


Figura 14. Espacialización de la presión que ejercen los incendios forestales a nivel nacional. La figura ilustra el gradiente de impacto a través de 6 categorías, que representan las hectáreas afectadas anualmente (promedio del período 2010-2021) en razón de la superficie de bosque nativo y matorrales de cada región (CONAF, 2021). Paralelamente, el gráfico de barras de la derecha muestra la proporción de afectación según tipo de vegetación, para cada región del país (CONAF, 2022).

4.5 Encuesta a expertos y mapa final de impacto

De la encuesta realizada a expertos a nivel nacional, se obtuvo un total de 54 respuestas. Al considerar la jerarquización de aquellas macrozonas en las que el encuestado señaló tener más conocimiento (pregunta n° 6 de la encuesta), se obtuvo un total de 7 respuestas para la zona norte, 20 para la zona centro, 24 para la zona sur y 18 para la zona austral (esto considera más de una macrozona clasificada por encuestado) (ver figura 15).

La Tabla 5 presenta el resumen de jerarquización de los principales factores de degradación, realizada por expertos. Al respecto, los valores en azul representan la variable más votada (mayor porcentaje de votos) en cada opción jerárquica de importancia (i.e. 1 opción, 2 opción, 3 opción y 4 opción).

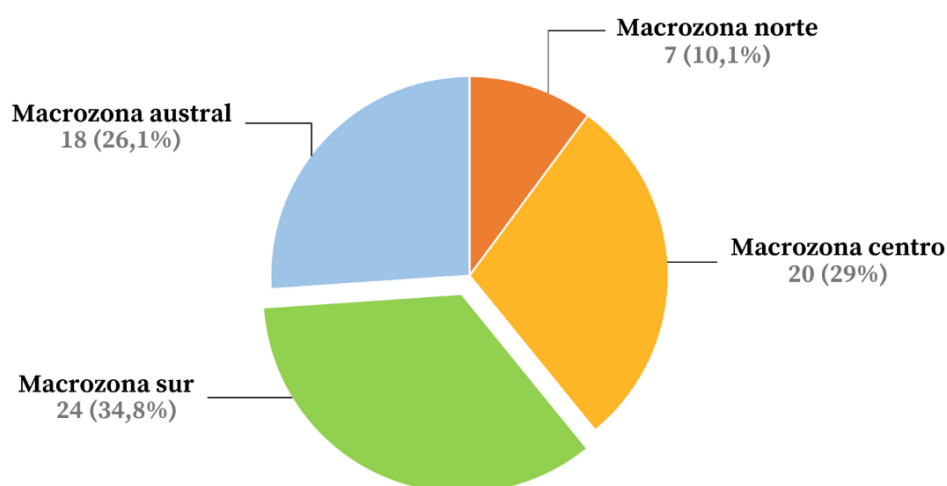


Figura 15. Respuestas a la pregunta “¿En cuál o cuáles macrozonas posee usted mayor conocimiento y/o experiencia?”, de la encuesta aplicada a expertos.

De acuerdo a la opinión de los encuestados, el factor de degradación de la vegetación más importante en la macrozona norte, corresponde a la ganadería extensiva, con un 71,4% de los votos como primera opción. En cuanto a los incendios y las especies exóticas invasoras, ambos alcanzan igual relevancia como segunda y cuarta opción (28,6% de los votos en ambas categorías), mientras que el consumo de leña se posiciona con una mayoría como tercera opción.

En la macrozona centro, el factor de degradación más relevante de acuerdo a los encuestados es la ocurrencia de incendios, con un 75% de los votos como primera opción. A esta le siguen las especies exóticas invasoras, la ganadería extensiva y el consumo de leña, como segunda, tercera y cuarta opción respectivamente.

En la macrozona sur, el consumo de leña es considerado el factor de degradación más importante (67,7% de los votos como primera opción), seguido de la ganadería extensiva, los incendios y las especies exóticas invasoras.

Finalmente, en la macrozona austral la ganadería extensiva alcanza el 44,4% de los votos como primera opción. A esta le siguen las especies exóticas invasoras, el consumo de leña y los incendios, como segunda, tercera y cuarta opción respectivamente.

Tabla 5. Resumen de jerarquización de factores de degradación que afectan a la vegetación nativa en Chile realizada por expertos según macrozona (N= Norte, C= Centro, S= Sur, A= Austral). En azul se identifica la variable más votada, en cada una de las cuatro opciones de importancia (1 opc., 2 opc., 3 opc., y 4 opc.).

Zona	Factor	1 opc. %	2 opc. %	3 opc. %	4 opc. %	Importancia final	N° de respuestas
N	EEI	14,3	28,6	28,6	28,6	20%	7
	Consumo de leña	0,0	14,3	42,9	42,9	20%	
	Ganadería extensiva	71,4	28,6	0,0	0,0	40%	
	Incendios	14,3	28,6	28,6	28,6	20%	
C	EEI	5,0	35,0	35,0	25,0	30%	20
	Consumo de leña	10,0	25,0	25,0	40,0	10%	
	Ganadería extensiva	10,0	30,0	30,0	30,0	20%	
	Incendios	75,0	10,0	10,0	5,0	40%	
S	EEI	4,2	25,0	20,8	50,0	10%	24
	Consumo de leña	66,7	12,5	12,5	8,3	40%	
	Ganadería extensiva	16,7	37,5	33,3	12,5	30%	
	Incendios	12,5	25,0	33,3	29,2	20%	
A	EEI	16,7	33,3	16,7	33,3	30%	18
	Consumo de leña	27,8	22,2	38,9	11,1	20%	
	Ganadería extensiva	44,4	33,3	16,7	5,6	40%	
	Incendios	11,1	11,1	27,8	50,0	10%	

De acuerdo a estos resultados, la columna “Importancia final”, señala el porcentaje de importancia (peso específico) otorgado a cada factor de degradación según macrozona. Cabe señalar que, en la macrozona norte se otorgó un 20% de importancia tanto a las especies exóticas invasoras como a los incendios, debido a que alcanzan igual porcentaje de votos como segunda y cuarta opción.

En función de los pesos específicos otorgados a cada variable según macrozona, la Tabla 6 presenta los puntajes de intervalo ponderados de cada región, junto con el puntaje final de impacto (obtenido a partir de la suma de los puntajes ponderados). Finalmente, la espacialización de los niveles de impacto final se presenta en la figura 16.

De acuerdo al mapa final de impacto (figura 16), las macrozonas que concentran la mayor presión combinada de los cuatro principales factores de degradación de la vegetación nativa, son las macrozonas centro y sur del país. Dentro de estas, las regiones más críticas corresponden a las regiones de O'Higgins (VI), el Maule (VII) y La Araucanía (IX), seguido de las regiones de Ñuble (XVI) y Los Ríos (XIV).

A su vez, se observa que las zonas que presentan los niveles más altos de presión, también concentran la mayor densidad poblacional y más altos niveles de pobreza.

Tabla 6. Puntajes de intervalo ponderados y puntaje final de impacto según región. Donde P.final= la suma de puntajes ponderados de los cuatro factores de degradación según región.

Zona	Región	Consumo de Leña	EEI	Ganado	Incendios	P. final
N	XV	0,2	0,2	0,4	0,2	1
	I	0,2	0,2	0,4	0,2	1
	II	0,2	0,4	0,4	0,2	1,2
	III	0,2	0,6	0,4	0,2	1,4
	IV	0,2	0,8	1,2	0,4	2,6
C	V	0,2	1,5	0,4	1,2	3,3
	RM	0,2	1,5	0,6	2	4,3
	VI	0,4	1,5	0,8	2,4	5,1
	VII	0,5	1,5	0,8	2,4	5,2
	XVI	0,6	1,5	1	1,6	4,7
	VIII	0,6	1,5	0,8	1,6	4,5
S	IX	2,4	0,6	1,5	0,6	5,1
	XIV	2	0,5	1,8	0,4	4,7
	X	2	0,5	1,5	0,4	4,4
A	XI	0,6	1,2	0,8	0,2	2,8
	XII	0,4	1,2	1,6	0,1	3,3

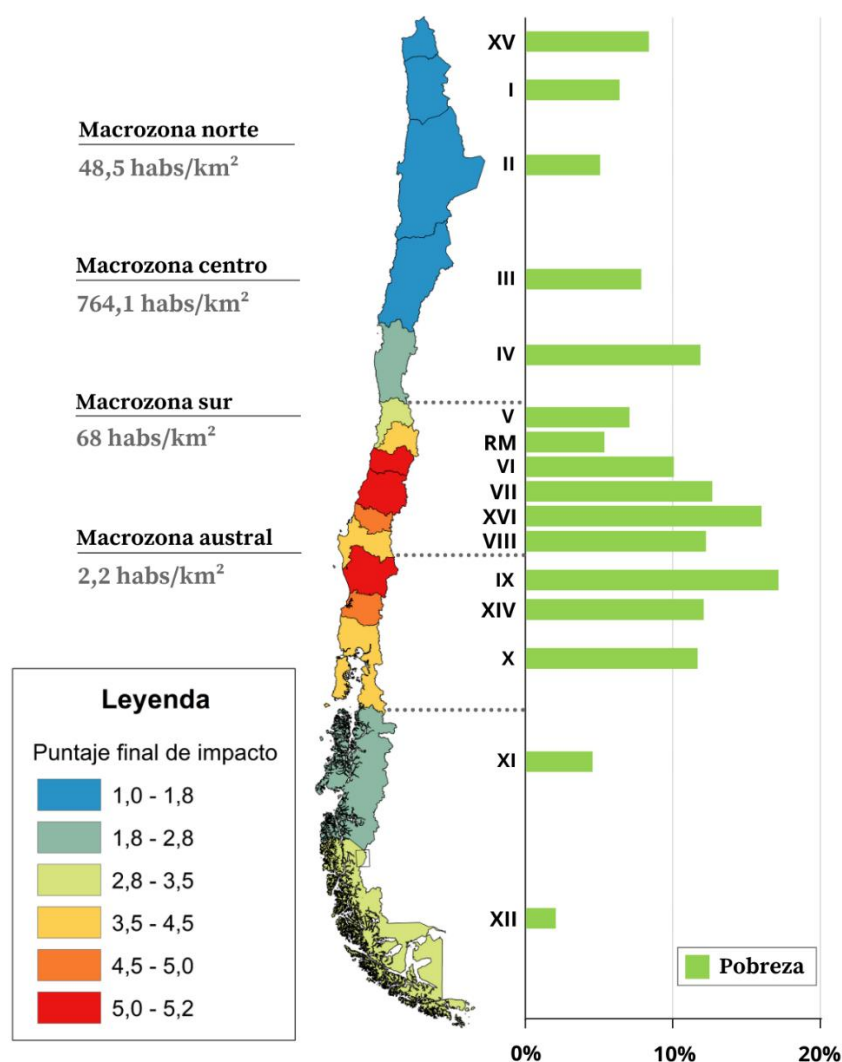


Figura 16. Espacialización del impacto combinado de cuatro factores de degradación de la vegetación nativa a nivel nacional. La figura presenta el puntaje de impacto final de cada región, la densidad poblacional de cada macrozona de acuerdo al CENSO 2017 (INE, 2018) y el porcentaje de la población que se encuentra en pobreza por ingresos en cada región, de acuerdo a la encuesta Casen 2017 (Ministerio de Desarrollo Social y Familia, 2018).

4.6 Impacto a nivel comunal en la región de La Araucanía

En la Región de La Araucanía, la presión combinada que ejercen el consumo de leña, la presencia de ganado y los incendios forestales a nivel comunal (43,3%, 33,3% y 23,3% de importancia respectivamente, en base a la encuesta a expertos), resulta ser más crítica en la zona central de la región (ver figura 17). En esta zona, se encuentra la mayor parte de la superficie de suelos agrícolas y la menor y más fragmentada superficie de vegetación nativa (ver Anexo 10).

Las comunas en las que la vegetación nativa remanente se encuentra más amenazada ante estos factores de degradación son: Temuco, Padre Las Casas, Puerto Saavedra, Pitrufquén y Renaico; a las que le siguen Galvarino, Nueva Imperial y Freire.

Por otro lado, las comunas en las que el nivel de presión sobre la vegetación nativa es menor son: Lonquimay, Pucón, Curarrehue, Curacautín y Angol; a las que le siguen Collipulli, Purén, Lumaco, Cunco y Melipeuco. La mayoría de estas comunas se encuentran en el sector Este de la región, en el que además se ubica la mayor parte de las áreas protegidas por el SNASPE.

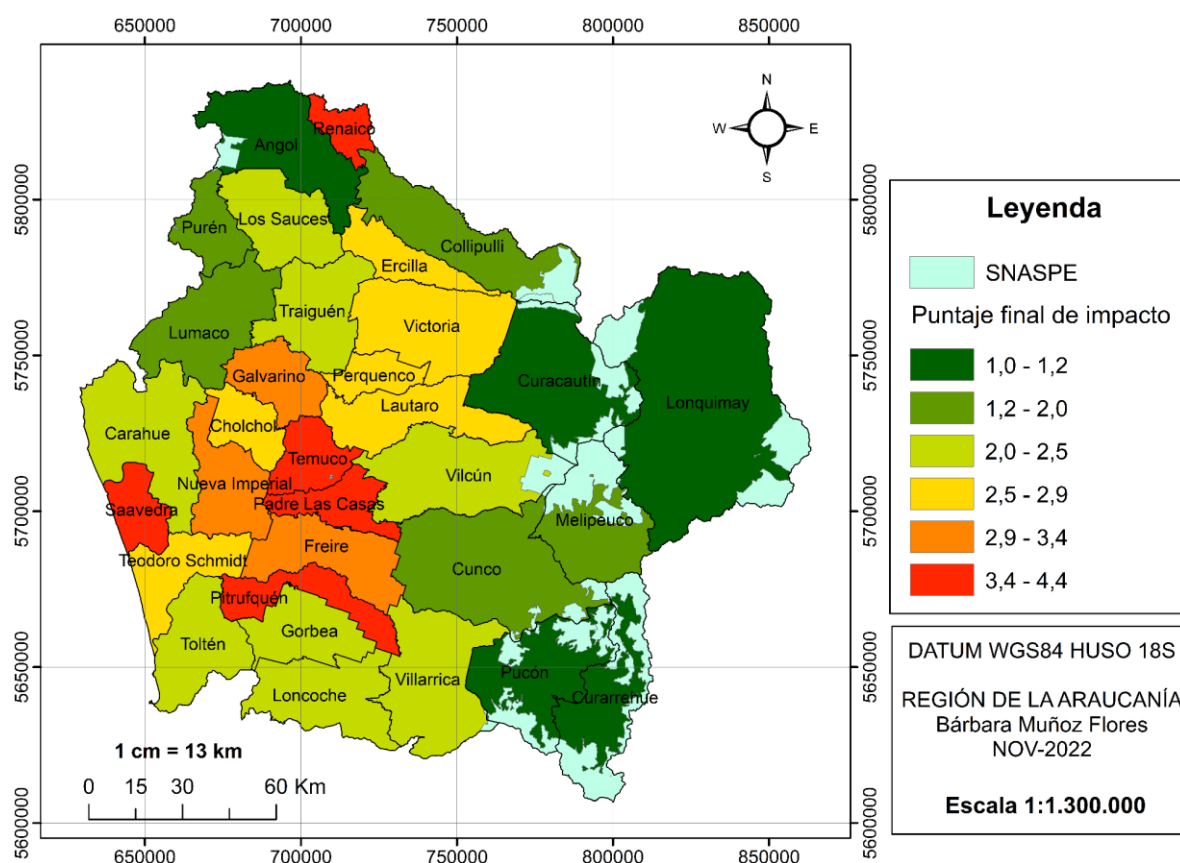


Figura 17. Espacialización del impacto combinado de los principales factores de degradación sobre la vegetación nativa, en la región de La Araucanía.

Los mapas de impacto individuales del consumo de leña, la presencia de ganado y los incendios forestales, se pueden revisar en detalle en los Anexos 11, 12 y 13 respectivamente.

5. DISCUSIÓN

5.1 Consumo de leña

A nivel nacional, el consumo de leña proveniente de especies nativas sigue siendo un factor de gran relevancia en el deterioro de los ecosistemas forestales. En las macrozonas centro y sur del país, la tendencia de consumo de leña entre los años 2009 y 2019 se ha mantenido creciente. Esto se explica porque la información considera las tasas de aumento poblacional, con el consiguiente aumento en el número de viviendas que consumen leña.

En la macrozona austral el consumo de leña es menor que en la zona centro-sur, no obstante, mantiene los valores más altos de consumo por vivienda a nivel nacional (14,18 m³/vivienda/año en Aysén y 13,6 m³/vivienda/año en Magallanes) (INFOR, 2022). Además, existe una paulatina transición del consumo de especies nativas a exóticas en todas las regiones del país, excepto en Aysén y Magallanes (RedPE, 2020), por lo que la presión sobre la vegetación nativa en esta zona, puede mantenerse constante en el futuro.

5.2 Especies exóticas invasoras (EEI)

Las seis especies exóticas consideradas en el presente estudio, impactan a la vegetación nativa en distintos niveles. Muchos de estos efectos negativos sobre la biodiversidad nativa son aún desconocidos, sobre todo a gran escala.

Dentro de las especies de vegetación nativa más afectadas por estas EEI se encuentra la lenga (*Nothofagus pumilio* (Poepp. & Endl.) Krasser), cuyos bosques en Tierra del Fuego han sido afectados en más de un 50% a causa del Castor (*Castor canadensis*). Asimismo, especies como el peumo (*Cryptocarya alba* (Molina) Looser) y la palma chilena (*Jubaea chilensis* (Molina) Baill.) han visto grandemente afectada su regeneración por causa del conejo (*Oryctolagus cuniculus*) (PNUD, 2017).

5.3 Ganado

La reducción a nivel nacional en el número de cabezas de ganado (en un 36%) desde el año 2007 hasta el año 2021, supone una menor presión de este factor de degradación sobre la vegetación nativa en la actualidad, en contraste con el decenio anterior. De acuerdo a la Odepa (2021), esta disminución en la población de ganado (particularmente de ganado bovino), se explicaría por una paulatina reducción en la competitividad de Chile para la producción de carne. Si esta tendencia se mantiene, los ecosistemas

forestales a nivel nacional podrían verse menos presionados en el futuro, a causa del sobrepastoreo de ganado.

De los cuatro factores de degradación analizados, el que presenta los menores niveles de control y monitoreo por parte de organismos gubernamentales, corresponde al sobrepastoreo de ganado. Actividades como la ganadería forestal se encuentran ampliamente presentes a lo largo del territorio nacional y se acentúa por aspectos como la pobreza y los bajos niveles de escolaridad de los propietarios rurales (Reyes, 2021).

No obstante lo anterior, tal como señala Zamorano-Elgueta (2018), limitar las acciones relacionadas con la ganadería forestal resulta complejo, debido a que es la fuente principal de ingreso de una gran cantidad de familias campesinas, y hacerlo puede significar una mayor presión sobre las áreas protegidas (Zamorano-Elgueta, 2018).

5.4 Incendios forestales

La superficie de vegetación nativa afectada anualmente por la ocurrencia de incendios forestales, es altamente superior en la macrozona centro, con alrededor de 35.000 ha anuales de bosque nativo y matorrales. Al respecto, la temporada 2016-2017 presenta un alza significativa en la superficie afectada, debido a la gran ola de incendios ocurrida en dicho período, que afectó a más de 180.000 ha de bosque nativo y matorrales a nivel nacional (MMA, 2019).

Se espera que a nivel nacional aumente la ocurrencia de incendios forestales de gran magnitud y la temporada de incendios se extienda a gran parte del año en la zona centro-sur del país. Esto debido a un clima más seco y cálido por causa del cambio climático (CAPP, 2019).

5.5 Encuesta a expertos y mapa de impacto final

En la realidad, resulta complejo establecer una importancia jerárquica para los factores de degradación de la vegetación nativa, debido a que entre estos existe una estrecha relación y a que actúan de forma conjunta sobre la vegetación. A pesar de esto, la encuesta realizada a expertos a nivel nacional, permitió establecer de manera general los factores de degradación más relevantes en cada macrozona (i.e. norte, centro, sur y austral).

A partir de este proceso de jerarquización, el mapa resultante de impacto final da cuenta de los mayores niveles de presión que ejercen cada uno de estos factores de degradación de forma conjunta. En este

sentido, se comprueba que los mayores niveles de impacto se concentran en las macrozonas centro y sur del país. Esto guarda una estrecha relación con los altos niveles de densidad poblacional y porcentajes de la población que se encuentra en pobreza por ingresos (esto último es particularmente relevante para el consumo de leña y la ganadería forestal o extensiva).

5.6 Impacto a nivel comunal en la región de La Araucanía

El mapa final de impacto de la región de La Araucanía, da cuenta de que los mayores niveles de vulnerabilidad de la vegetación ante estos factores de degradación, se concentran en las comunas centrales. En este sentido, la escasa y fragmentada superficie de bosque nativo y matorrales en esta área, se encuentra más probablemente en estados avanzados de degradación.

En el caso del ganado, la cantidad de cabezas estimada para cada comuna, a partir del Censo Agropecuario del año 2007 (INE, 2017), no constituye un fiel reflejo de realidad actual. En este sentido, si se desea analizar con mayor detalle el gradiente de impacto que ejerce este factor de degradación en las distintas regiones del país, se hace necesario incluir en los futuros Censos Agropecuarios y Forestales el detalle de las cabezas de ganado para cada una de las comunas.

Al analizar por separado el nivel de presión que ejerce la ocurrencia de incendios, en cada una de las comunas de la región (ver Anexo 13), se observa que las comunas más afectadas poseen una gran superficie de plantaciones forestales de especies exóticas. En este sentido, se comprueba que las áreas remanentes de vegetación nativa que se encuentran más próximas a monocultivos forestales, presentan mayores probabilidades de ser afectadas por la ocurrencia de incendios.

5.7 Limitaciones y fortalezas de la metodología utilizada

Dentro de las principales limitaciones que presenta la metodología utilizada en este estudio, se encuentra el que se considera la superficie total de vegetación nativa (bosque nativo y matorrales) de cada región, sin descartar aquellas zonas que se encuentran inaccesibles por efectos de la topografía o por su carácter insular (como en el caso de gran parte de la región de Magallanes), por lo que el nivel de impacto de ciertas regiones puede estar subestimado.

Por otro lado, en el consumo de leña no se consideró el volumen que puede provenir desde regiones o comunas externas. A nivel regional esta cifra no tendría una gran relevancia, no obstante, a nivel comunal puede significar una subestimación del nivel de presión que ejerce el consumo de leña en ciertas comunas, que pueden proveer del recurso a zonas con mayor demanda.

En cuanto a las especies exóticas, debido a que no es posible contar con un registro detallado de su población en cada región, el impacto determinado no refleja la presión real que estas ejercen sobre la vegetación nativa. En este sentido, pueden existir regiones que cuenten con una mayor abundancia de ciertas EEI, cuyo nivel de impacto real puede ser solo evaluado a nivel local.

Entre las principales ventajas de esta metodología, se encuentra la delimitación de los niveles de impacto sobre los límites político administrativos regionales y comunales (en el caso de La Araucanía). Esto presupone una ventaja a la hora de tomar decisiones sobre las áreas en las que es más prioritario realizar actividades de restauración y/o de conservación, o bien realizar un mayor control sobre cada uno de estos disturbios.

Además, esta metodología permitió evaluar la degradación a partir de sus causas directas, con cifras oficiales, actualizadas y sistematizadas a nivel nacional. Al respecto, se presenta como una contribución a los estudios de degradación de la vegetación nativa en Chile.

6. CONCLUSIONES

El análisis de la degradación de los ecosistemas forestales resulta ser un proceso complejo, para el cual no existe una única metodología y/o criterio de evaluación. En el presente trabajo se evaluó y espacializó, en base a la recopilación de antecedentes bibliográficos, la presión que ejercen los principales factores de degradación de la vegetación nativa en Chile. Estos son: el consumo de leña, las especies exóticas invasoras, el ganado y los incendios forestales.

La espacialización del impacto combinado que estos cuatro factores de degradación ejercen a nivel nacional, resultó en mayores niveles de presión en las macrozonas centro y sur del país. Esto está estrechamente relacionado con la alta densidad poblacional y altos niveles de pobreza por ingresos que caracterizan a ambas zonas; lo cual se explica porque son precisamente las actividades antrópicas, las principales impulsoras de cada uno de estos disturbios.

La espacialización a nivel comunal del consumo de leña, la presencia de ganado y los incendios forestales en la región de La Araucanía, da cuenta de mayores niveles de presión en las comunas centrales de la región. En estas se encuentra la mayor superficie de terrenos agrícolas y la menor y más fragmentada superficie de bosque nativo y matorrales.

Los resultados de este estudio, representan una contribución a la evaluación de la degradación de la vegetación nativa en Chile. Su importancia radica en la utilización de cifras oficiales, actualizadas y sistematizadas a nivel nacional, así como la caracterización directa de los causantes de este proceso de degradación.

7. REFERENCIAS

- Acharya, K. P., Dangi, R. B., & Acharya, M. (2012). Análisis de la degradación del bosque en Nepal. *Unasylva* (FAO).
- Álamos, N., Labraña, J., Cortés, J., Amigo, C., Oyarzún, T., & Urquiza, A. (2021). Una aproximación integral al mercado de la leña en Chile y sus barreras para la transición energética. En: Informes técnicos BES, Bosques - Energía - Sociedad, Año 7. N° 13. Septiembre 2021. Observatorio de los Combustibles Derivados de la Madera OCDM. Instituto Forestal, Chile. p. 28.
- ArcGIS. (s.f.). Conjunto de herramientas de superposición: Superposición ponderada. Recuperado el 15 de enero de 2023.
<https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/tools/spatial-analyst-toolbox/weighted-overlay.htm>.
- Armenteras, D., González, TM., Retana, J., & Espelta, JM. (eds). (2016). Degradación de bosques en Latinoamérica: Síntesis conceptual, metodologías de evaluación y casos de estudio nacionales. Publicado por IBERO-REDD+.
- Arroyo, M. T., Marquet, P., Marticorena, C., Simonetti, J., Cavieres, L., Squeo, F., ... & Massardo, F. (2008). El hotspot chileno, prioridad mundial para la conservación. En CONAMA (Ed.), *Biodiversidad de Chile, patrimonio y desafíos*, 95-97.
- Bahamondez, C., & Thompson, I. D. (2016). Determining forest degradation, ecosystem state and resilience using a standard stand stocking measurement diagram: theory into practice. *Forestry*, 89(3), 290-300.
- Bannister, J. R., Vidal, O. J., Teneb, E., & Sandoval, V. (2012). Latitudinal patterns and regionalization of plant diversity along a 4270-km gradient in continental Chile. *Austral Ecology*, 37(4), 500-509.
- Bava, J. O., & Quinteros, C. P. (2018). Variables asociadas a la degradación de bosques de *Nothofagus pumilio* de Patagonia, Argentina. En H. Donoso, Á. Promis Baeza y D. P. Soto (Eds.), *Silvicultura en bosques nativos. Experiencias en silvicultura y restauración en Chile, Argentina y el oeste de Estados Unidos* (pp. 197-213). The Chile Initiative, OSU College of Forestry.
- Centro de Análisis de Políticas Públicas (CAPP). (2019). Informe país: Estado del Medio Ambiente en Chile 2018. Instituto de Asuntos Públicos, Universidad de Chile. Santiago, Chile.
<https://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.13082/29144>
- COCEI. (2014). Estrategia Nacional Integrada para la Prevención, el Control y/o Erradicación de las Especies Exóticas Invasoras. Comité Operativo para el Control de las Especies Exóticas Invasoras. Ministerio del Medio Ambiente. Santiago. 26 p.
- CONAF. (2020). Listado Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE).
https://www.conaf.cl/wp-content/files_mf/1610052227ListadoSNASPEActualizado21122020.pdf.

- CONAF. (2021). Cifras oficiales y actualizadas provenientes del Catastro de los Recursos Vegetacionales y Uso de la Tierra. <https://www.conaf.cl/nuestros-bosques/bosques-en-chile/catastro-vegetacional/>.
- CONAF. (2022). Incendios Forestales en Chile: Estadísticas históricas. <https://www.conaf.cl/incendios-forestales/incendios-forestales-en-chile/estadisticas-historicas/>.
- Fajardo, A. (2019). Bosques degradados del tipo forestal Siempreverde en la región de Aysén: resiliencia y multifuncionalidad ecosistémica. Fondo de Investigación de Bosque Nativo. Centro de Investigación de Ecosistemas de la Patagonia (CIEP).
- FAO. (2002). Proceedings: Second Expert Meeting on harmonizing Forest-related Definitions for Use by Various Stakeholders, Roma, 11-13 de septiembre de 2002. Roma. <https://www.fao.org/3/y4171e/y4171e00.htm>.
- Fernández, I., Morales, N., Olivares, L., Salvatierra, J., Gómez, M., & Montenegro, G. (2010). *Restauración ecológica para ecosistemas nativos afectados por incendios forestales*. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Dirección de Investigación y Postgrado, Dirección de Extensión.
- Ghazoul, J., & Chazdon, R. (2017). Degradation and recovery in changing forest landscapes: a multiscale conceptual framework. *Annual Review of Environment and Resources*, 42(1), 161-188.
- Ghazoul, J., Burivalova, Z., Garcia-Ulloa, J., & King, L. A. (2015). Conceptualizing forest degradation. *Trends in ecology & evolution*, 30(10), 622-632.
- Global Forest Watch. (2022). Dos décadas de pérdidas causadas por incendios a un nivel de detalle nunca antes visto. <https://www.globalforestwatch.org/blog/es/data-and-research/dos-decadas-perdidas-causadas-por-incendios/>.
- González, M. & Veblen, T. (2007). Incendios en bosques de *Araucaria araucana* y consideraciones ecológicas al madereo de aprovechamiento en áreas recientemente quemadas. *Revista chilena de historia natural*, 80(2), 243-253.
- González, M. E., Amoroso, M., Lara, A., Veblen, T. T., Donoso, C., Kitzberger, T., ... & Promis, A. (2014). Ecología de disturbios y su influencia en los bosques templados de Chile y Argentina. *Ecología Forestal: Bases para el Manejo Sustentable y Conservación de los Bosques Nativos de Chile*, 411-502.
- Greenheck, F. M. (2005). Degradación y rehabilitación de ecosistemas terrestres: estado de la cuestión. *Biocenosis*, 19(2).
- Gutiérrez, A. (2017). Monitoreo de la degradación de bosques nativos desde el espacio: implementación de una estrategia territorial para su recuperación. Santiago, Chile. https://investigacion.conaf.cl/archivos/repositorio_documento/2020/08/Proyecto27_2017_informe_final_v4.pdf.

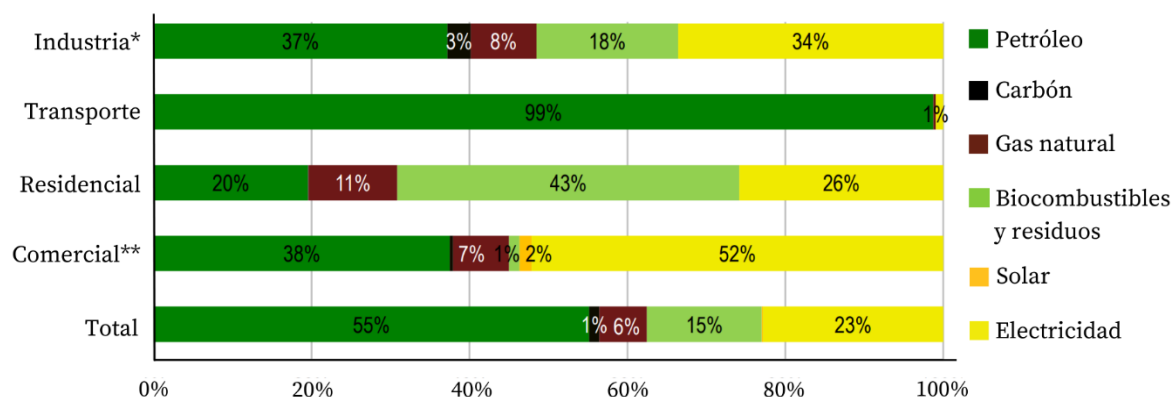
- Hobbs, R. J., & Harris, J. A. (2001). Restoration ecology: repairing the earth's ecosystems in the new millennium. *Restoration ecology*, 9(2), 239-246.
- Hosonuma, N., Herold, M., De Sy, V., De Fries, R. S., Brockhaus, M., Verchot, L., ... & Romijn, E. (2012). An assessment of deforestation and forest degradation drivers in developing countries. *Environmental Research Letters*, 7(4), 044009.
- IEA. (2018). *Energy Policies Beyond IEA Countries: Chile 2018*. International Energy Agency.
- INE. (2007). VII Censo Nacional Agropecuario y Forestal: Existencias de ganado en las explotaciones agropecuarias por especie, región, provincia y comuna. Santiago, Chile.
<https://www.ine.gob.cl/estadisticas/economia/agricultura-agroindustria-y-pesca/censos-agropecuarios>.
- INE. (2018). *Síntesis de resultados Censo 2017*. Instituto Nacional de Estadísticas. Chile.
<http://www.censo2017.cl/descargas/home/sintesis-de-resultados-censo2017.pdf>.
- INE. (2021). VIII Censo Nacional Agropecuario y Forestal: Existencias animales. Instituto Nacional de Estadísticas. Santiago, Chile.
<https://www.ine.gob.cl/estadisticas/economia/agricultura-agroindustria-y-pesca/censos-agropecuarios>.
- INFOR. (2022). Reporte de consumo de leña. Instituto Forestal. Chile.
https://simef.infor.cl/reporte_lenia/
- 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, ... C. N. Zayas (eds.). IPBES secretariat, Bonn, Germany. 56 pp.
- Kissinger, G., M. Herold, V. De Sy. (2012). Drivers of Deforestation and Forest Degradation: A Synthesis Report for REDD+ Policymakers. Lexeme Consulting, Vancouver Canada.
- Lund H.G. (2009). What is a degraded forest? White Paper on Forest Degradation Definitions Prepared for FAO.
- Manzano-Solís, L., Pineda-Jaimes, N., & Gómez, M. (2019). Método de evaluación multicriterio en Buzai, G., Santana, M. (Eds.), Métodos cuantitativos en Geografía Humana (1 ed., pp. 193-208). Impresiones Buenos Aires Editorial.
- Marquet P.A., A. Altamirano, M. T. K. Arroyo, M. Fernández, S. Gelcich, K. Górski, E. Habit, A. Lara, A. Maass, A. Pauchard, P. Pliscoff, H. Samaniego y C. Smith-Ramírez (editores). (2019). Biodiversidad y cambio climático en Chile: Evidencia científica para la toma de decisiones. Informe de la mesa de Biodiversidad. Santiago: Comité Científico COP25; Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.

- Ministerio de Desarrollo Social y Familia. (2018). Encuesta de caracterización socioeconómica nacional 2017 (Casen). <http://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/encuesta-casen-2017>.
- MMA. (2019). Sexto Informe Nacional de Biodiversidad de Chile ante el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB). Ministerio del Medio Ambiente. Santiago, Chile, 220 pp.
- MMA. (2020). Informe del Estado del Medio Ambiente 2020. Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Santiago, Chile. <https://sinia.mma.gob.cl/estado-del-medio-ambiente/informe-del-estado-del-medio-ambiente-2020/>
- Molina, R., Soto, N., & Tapia, A. (2018). Estado actual de la distribución del castor *Castor canadensis* Kuhl 1820 (Rodentia) en el área continental de la región de Magallanes, Chile. In *Anales del Instituto de la Patagonia* (Vol. 46, No. 3, pp. 7-15). Universidad de Magallanes.
- Nasi, R., & Van Vliet, N. (2011). Medición de la abundancia de poblaciones silvestres en las concesiones madereras del África central. *Unasylva*, 62(2), 238.
- Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (Odepa). (2021). Tendencias del consumo y producción de carne bovina en Chile: implicancias de política. [en línea]. Notas de Políticas Silvoagropecuarias y Rurales; 4. (Consultado: 3 febrero 2023).
- OIMT. (2002). ITTO guidelines for the restoration, management and rehabilitation of degraded and secondary tropical forests. ITTO Policy Development Series No. 13. Yokohama, Japón, Organización Internacional de las Maderas Tropicales.
- Otero, L. (1994). Alteración y conservación de los bosques naturales. [s.l.]: INFOR. <https://doi.org/10.52904/20.500.12220/3854>.
- Pérez D'Angelo, V. (2000). La avispa "chaqueta amarilla", *Vespula germanica* (Fabricius) (Hymenoptera: vespidae), en la región de Magallanes. In *Anales del Instituto de la Patagonia*.
- Pickett, S. & P. S. White (eds.). (1985). The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics. Academic Press, U. S. A., 472 pp.
- PNUD. (2017). Valoración económica del impacto de siete especies exóticas invasoras sobre los sectores productivos y la biodiversidad en Chile. Santiago de Chile, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
- Quiroz, C., Pauchard, A., Marticorena, A., & Cavieres, L. (2009). *Manual de plantas invasoras del centro-sur de Chile* (p. 45). Concepción: Laboratorio de Invasiones Biológicas.
- Ramírez, C., Sandoval, V., San Martín, C., ÁLVAREZ, M., Pérez, Y., & Novoa, C. (2012). El paisaje rural antropogénico de Aisén, Chile: Estructura y dinámica de la vegetación. *Gayana. Botánica*, 69(2), 219-231.

- RedPE. (2020). Caracterización del mercado de la leña y sus barreras para la transición energética. Santiago, Chile: Red de Pobreza Energética. <https://www.cr2.cl/caracterizacion-del-mercado-de-la-lena-en-chile-y-sus-barreras-para-la-transicion-energetica/>.
- Reyes, R. (2021). Promotores socioeconómicos de la pérdida y degradación del bosque nativo en Chile - Informe técnico. Santiago de Chile, FAO y MINAGRI. <https://doi.org/10.4060/cb0839es>.
- Reyes, R. y E. Neira (Eds). (2013). Leña, energía renovable para la conservación de los bosques nativos de Chile. Agrupación de Ingenieros Forestales por el Bosque Nativo. MIRA ediciones, Valdivia, Chile.
- Reyes, R., Nelson, H., Zerri, H. (2017). Leña: causa o consecuencia. Factores subyacentes de la producción de leña en el sur de Chile. En: Informes técnicos BES, Bosques - Energía - Sociedad, Año 3. N° 7. Diciembre 2017. Observatorio de los Combustibles Derivados de la Madera OCDM. Instituto Forestal, Chile. p. 18.
- Reyes, R., Sanhueza, R., Schueftan, A. (2020). Consumo de leña y otros biocombustibles sólidos en la región de la Araucanía. Nuevas cifras y tendencias. En: Informes técnicos BES, Bosques - Energía - Sociedad, Año 6. N° 12. Diciembre 2020. Observatorio de los Combustibles Derivados de la Madera OCDM. Instituto Forestal, Chile. p. 23.
- Sarricolea P., MJ. Herrera, O. Meseguer-Ruiz. (2017). Climatic regionalization of continental Chile. *Journal of Maps* 13(2)66-73.
- SCDB. (2020). Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica 5. Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica (SCDB). Montreal.
- Simula, M. (2009). Hacia una Definición de Degradación de los Bosques: Análisis Comparativo de las Definiciones Existentes Roma, Italia. *Documento de trabajo*, 154, 54.
- Skewes, O., Moraga, C. A., Arriagada, P., & Rau, J. R. (2012). El jabalí europeo (*Sus scrofa*): Un invasor biológico como presa reciente del puma (*Puma concolor*) en el sur de Chile. *Revista chilena de historia natural*, 85(2), 227-232.
- Vásquez-Grandón, A., Donoso, P. J., & Gerding, V. (2018). Forest degradation: when is a forest degraded?. *Forests*, 9(11), 726.
- Vergara, G., & Gayoso, J. (2004). Efecto de factores físico-sociales sobre la degradación del bosque nativo. *Bosque (Valdivia)*, 25(1), 43-52.
- Zamorano-Elgueta, C. (2018). ¿Silvopastoreo en los bosques templados del sur de Chile? Perspectivas para un manejo forestal y ganadero sustentable. En H. Donoso, Á. Promis Baeza y D. P. Soto (Eds.), *Silvicultura en bosques nativos. Experiencias en silvicultura y restauración en Chile, Argentina y el oeste de Estados Unidos* (pp. 157-172). The Chile Initiative, OSU College of Forestry.

8. ANEXOS

Anexo 1. Cuotas de combustible de la energía total consumida a nivel nacional.



*"Industria" incluye uso no energético

**"Comercial" incluye servicios comerciales y públicos, agricultura, pesca y silvicultura.

Fuente: (IEA, 2018).

Anexo 2. Resumen de resultados de valoración económica de siete especies exóticas invasoras.

Especie	Lo que Chile ya ha gastado o perdido	Pérdida anual	Pérdida proyectada a 20 años	Pérdida total proyectada a 20 años
	Usd\$ At1	Usd\$ Bt1	Usd\$ Bt20	Usd\$ Ct20 = (At1 + Bt20)
Espinillo	54.257	4.038.771	49.103.849	49.158.106
Zarzamora	145.085.398	10.580.010	128.632.996	273.718.394
Castor	64.539.660	733.094	5.066.895	69.606.555
Conejo	1.465.754	3.249.337	91.962.701	93.428.455
Jabalí	62.321	38.278.724	603.249.711	603.312.032
Visón	608.271	9.526.620	416.723.985	417.332.256
Ch. Amarilla	66.766	21.532.771	496.970.674	497.037.440
Total	211.882.427	87.939.327	1.791.710.811	2.003.593.238

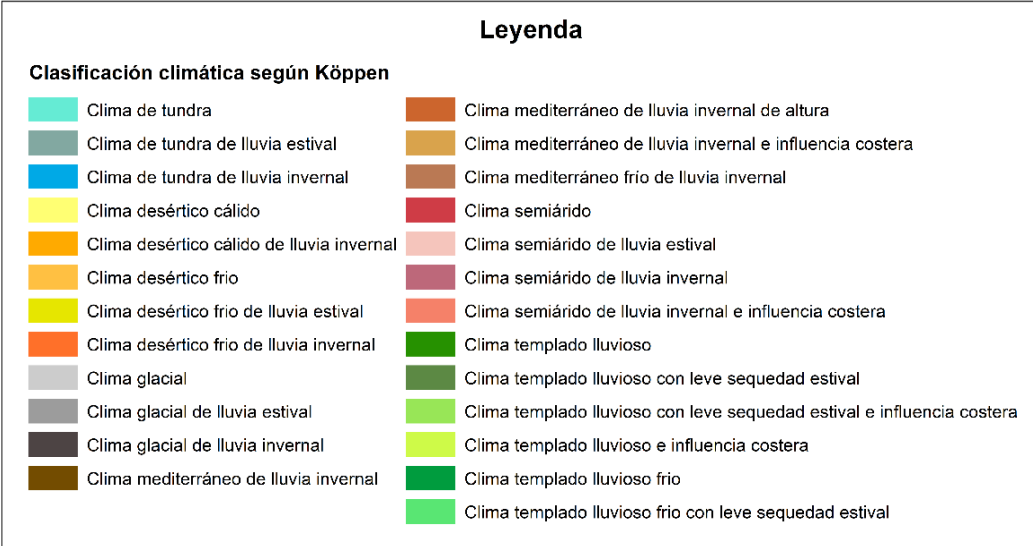
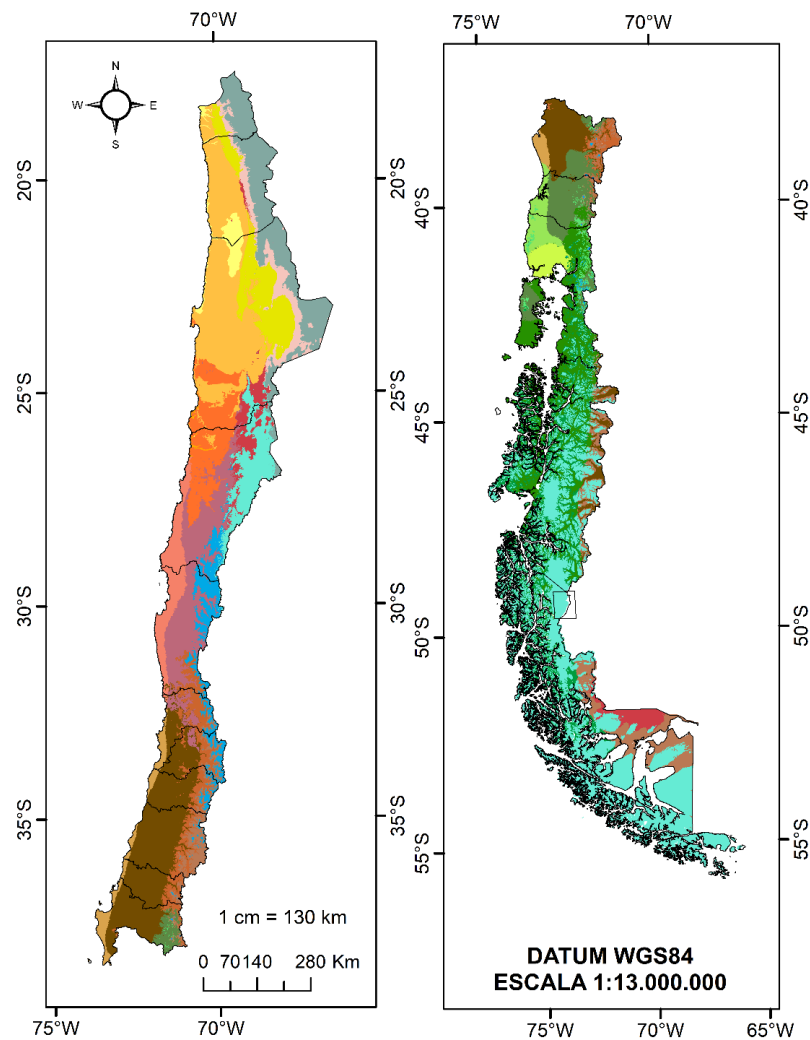
Fuente: PNUD (2017).

Anexo 3. Resumen de impactos directos e indirectos sobre la vegetación de seis especies exóticas invasoras a nivel nacional.

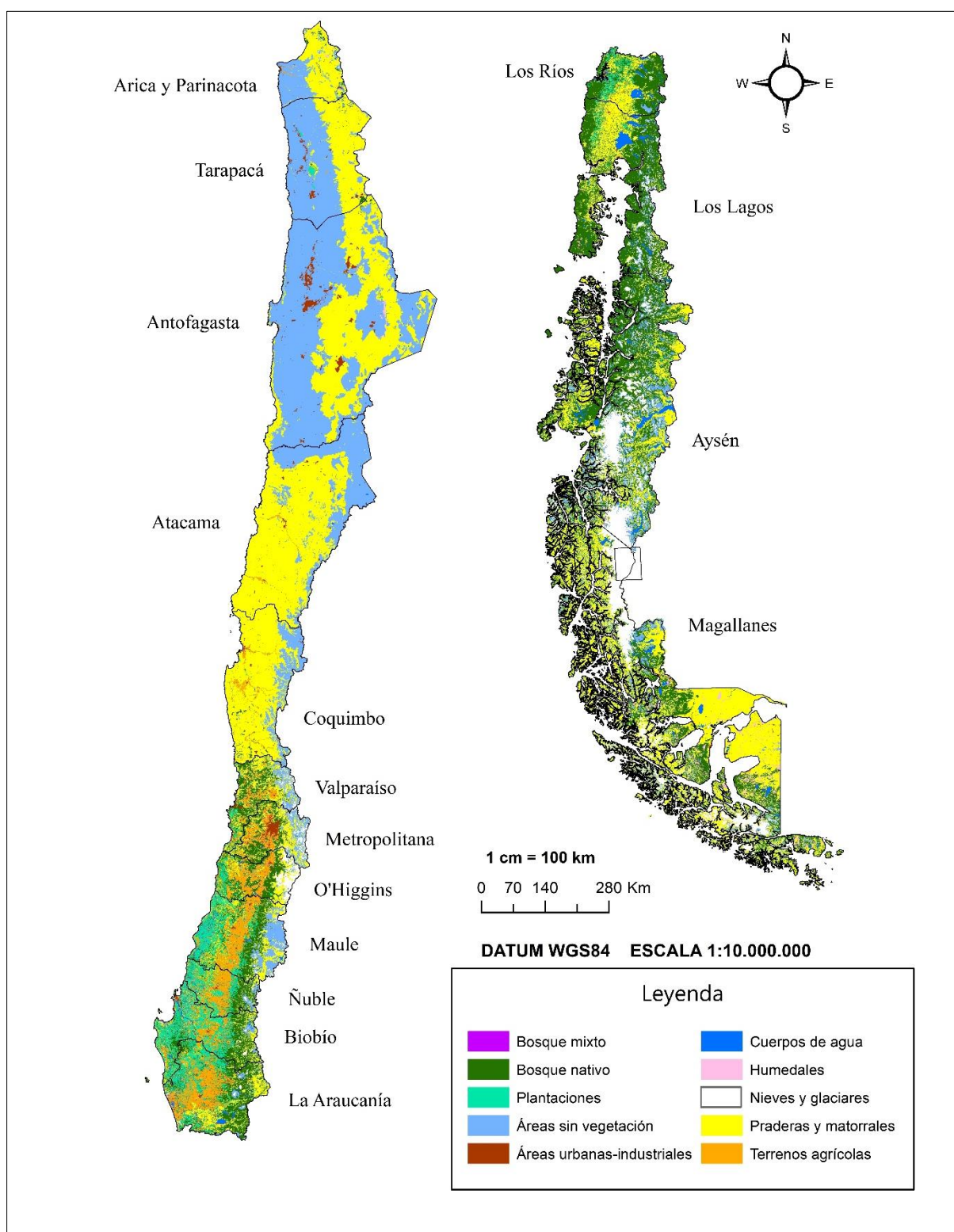
Especie	Impacto	Ej. de especies nativas afectadas
Castor (<i>castor canadensis</i>)	• Transformación de ríos, valles, humedales y bosques en zonas húmedas dominadas por gramíneas y juncáceas. • Destrucción de bosques asociados a cursos de agua. • Modificación de los principales ciclos de nutrientes en los bosques de <i>nothofagus</i>, a partir de la acumulación de sedimentos y materia orgánica.	Lenga (<i>Nothofagus pumilio</i>)
Chaqueta amarilla (<i>Vespula germanica</i>)	• Devora una gran cantidad de todo tipo de invertebrados, lo que puede mermar la alimentación de aves, y en consecuencia, afectar el proceso de dispersión de semillas. • Afecta polluelos de aves nativas.	Picaflor gigante (<i>Patagona gigas</i>)
Conejo (<i>Oryctolagus cuniculus</i>)	• Potencial impacto sobre el suelo, en la composición y estructura de plantas, y reducción en la biomasa vegetal. • Alteración de la sucesión de matorral nativo. • Cambios en la distribución espacial de hierbas nativas, facilitando el éxito de malezas.	Peumo (<i>Cryptocarya alba</i>) y palma chilena (<i>Jubaea chilensis</i>)
Ulex (<i>Ulex europaeus</i>)	• Fija una alta cantidad de nitrógeno en el suelo, afectando la capacidad de competencia de las especies nativas. • Favorece la ocurrencia y propagación de incendios. • Invade rápidamente áreas de matorral y bosques, impidiendo la regeneración y crecimiento de especies nativas.	-
Jabalí (<i>Sus scrofa</i>)	• Impacto potencial sobre el suelo, en la composición y estructura de las plantas y reducción de la biomasa vegetal. • Consumo de semillas de <i>Araucaria araucana</i>, lo que puede afectar su regeneración si la población actual de jabalí aumenta.	Araucaria (<i>Araucaria araucana</i>)
Zarzamora (<i>Rubus spp.</i>)	• Invade, compite e impide la regeneración y el crecimiento de especies nativas. • Puede contribuir a la fragmentación del bosque. • Impacta los servicios de polinización y frugivoría, al competir con especies de plantas nativas con frutos carnosos.	-

Fuente: PNUD (2017).

Anexo 4. Mapa de los tipos de clima presentes en Chile según Sarricolea et al (2017).

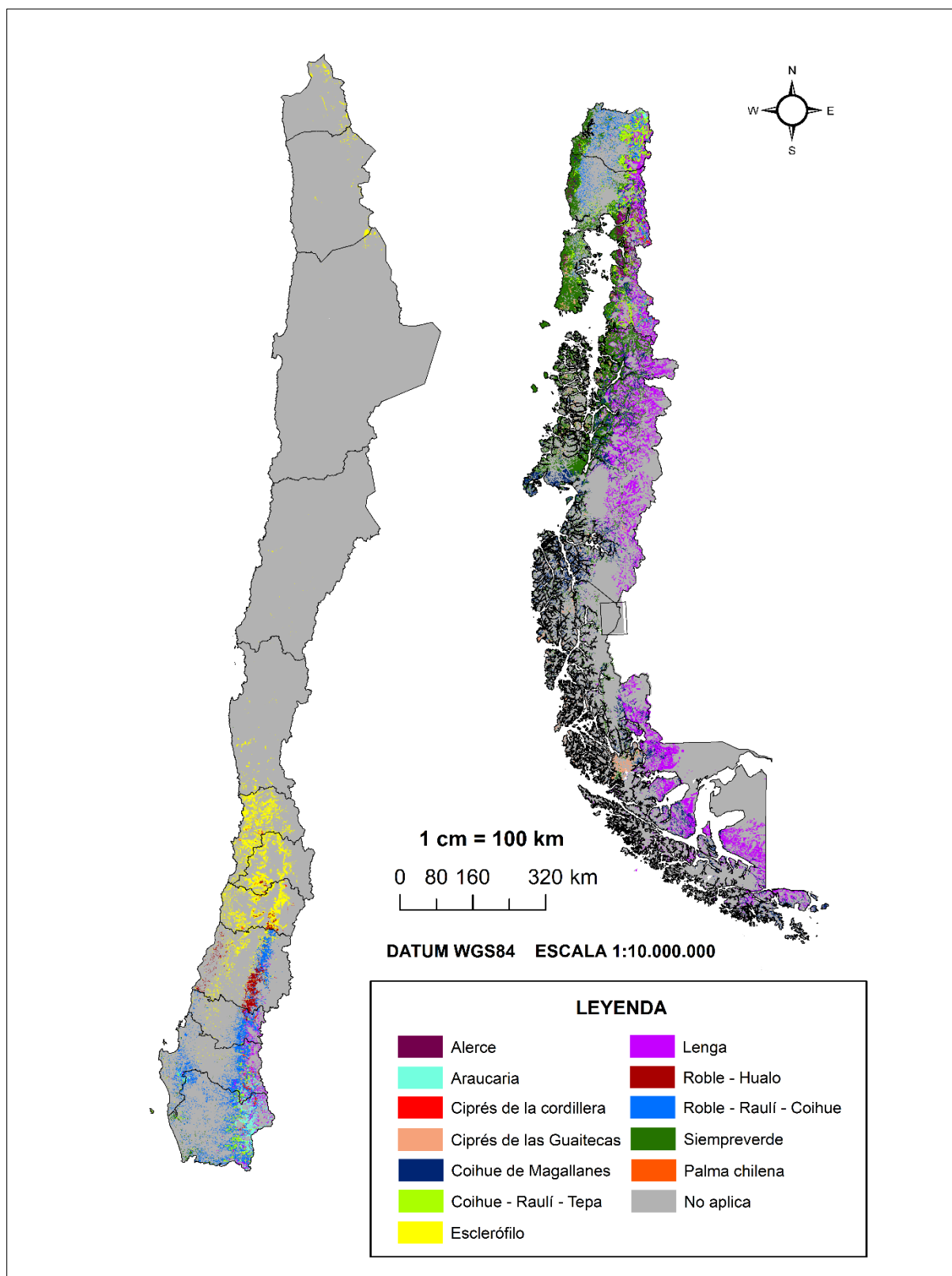


Anexo 5. Mapa Catastros de Uso de Suelo y Vegetación a nivel nacional.



Fuente: CONAF (2021).

Anexo 6. Mapa de los tipos forestales presentes a nivel nacional.



Fuente: CONAF (2021).

Anexo 7. Desagregación del porcentaje de leña consumida según especie y región.

Región	I-IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
Nativas											
Espino	20,5	8,3	2,7	0,7	0,7	0	0,5	0,6	0	8,8	0,4
Roble	23,2	0	1,1	1,7	35,8	51,3	10,6	0	0,9	0	32,1
Raulí	2	0	0	0,3	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0,2
Coigue	4	0	0	0	0,5	2,2	1,7	9,5	11,2	0	2
Lingue	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0,1
Ulmo	0	0	0	0	0,5	2,5	16,2	0	0	0	8,6
Tepú	0	0	0	0	0	2,5	12,2	0,1	0	0	0,4
Álamo	0	0	5,2	4	0,7	0,6	0,6	0,1	1	0,4	1,4
Luma	0	0	0	0	0	1,5	16,2	0	0	0	1,1
Lenga	0	3,6	0	0	0	0	0	66,8	34	1,6	0,1
Ñirre	0	0	0	0	0	0	0	20,1	0	0	0
Nativo	50,3	0	8,8	34,3	3	9	22,3	1,6	50,2	0	5,2
Total	100	11,9	17,8	41	41,3	69,7	80,6	98,8	97,3	10,8	51,6
Exóticas											
Eucalipto	0	70,9	39,8	46,3	22,6	14,7	13,4	0	0	52,9	35,6
Pino	0	12	6,4	0,8	10,7	7,9	3,6	0,8	2,8	22,2	8
Aromo	0	5,2	7,5	9,2	25	7,5	0,9	0	0	1,9	2,3
Frutales	0	0	27,7	2,7	0,4	0,3	0,8	0,4	0	12,2	1,8
Exótico	0	0	0,9	0	0	0	0,7	0	0	0	0,7
Total	0	88,1	82,3	59	58,7	30,4	19,4	1,2	2,8	89,2	48,4

Fuente: RedPE (2020).

Anexo 8. Preguntas incluidas en la encuesta “Factores de degradación de la vegetación nativa en Chile”.

1.- ¿Qué edad tiene?

2.- ¿En qué región habita?

3.- Seleccione su último nivel educacional alcanzado

- Sin educación formal
- Educación básica completa
- Educación media completa
- Técnico superior completo
- Profesional completo
- Magíster completo
- Doctorado completo

4.- ¿En cuál de las siguientes áreas posee usted mayor experiencia?

- Fauna
- Vegetación
- Energía
- Actividades silvoagropecuarias
- Otra

5.- En la presente investigación se escogió trabajar con cuatro factores de degradación que afectan a la vegetación nativa (**imagen A**). La importancia de estos factores cambia en función de las distintas macrozonas en las que se divide el territorio nacional (norte, centro, sur y austral, **imagen B**).

A

Consumo de leña de especies nativas



Especies exóticas invasoras



Incendios



Ganadería extensiva



Fuente: Edgardo Flores

Nota: Las especies exóticas invasoras que debe considerar son: castor, chaqueta amarilla, conejo, jabalí, zarzamora y espinillo. Para el ganado debe considerar a las vacas, las cabras y las ovejas.

B



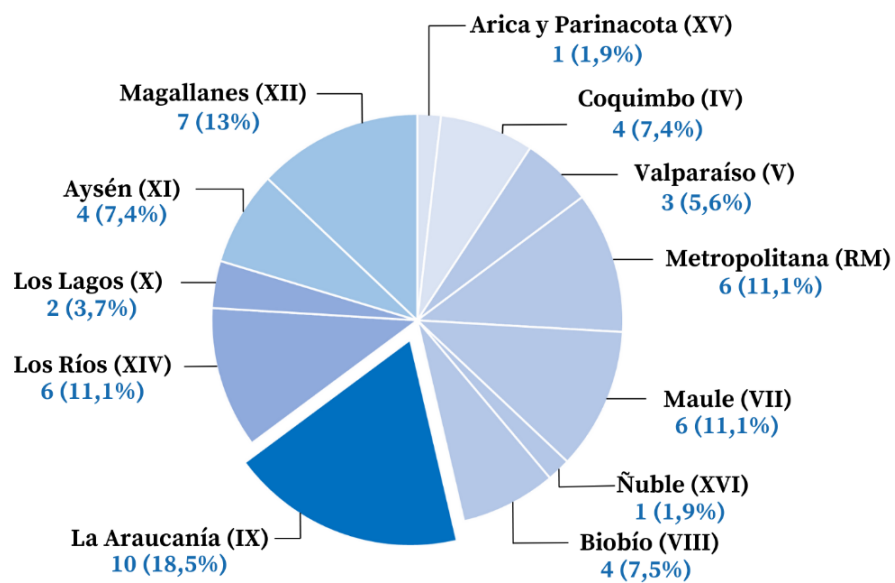
Al respecto, de acuerdo a su opinión y experiencia personal, ordene cada factor de degradación según su nivel de importancia en cada macrozona. Cada macrozona debe incluir los cuatro factores de degradación, aunque estos tengan una baja influencia (como en el caso de la macrozona norte).

6.- Para finalizar, ¿En cuál o cuáles de las macrozonas del país posee usted mayor experiencia y/o conocimiento?

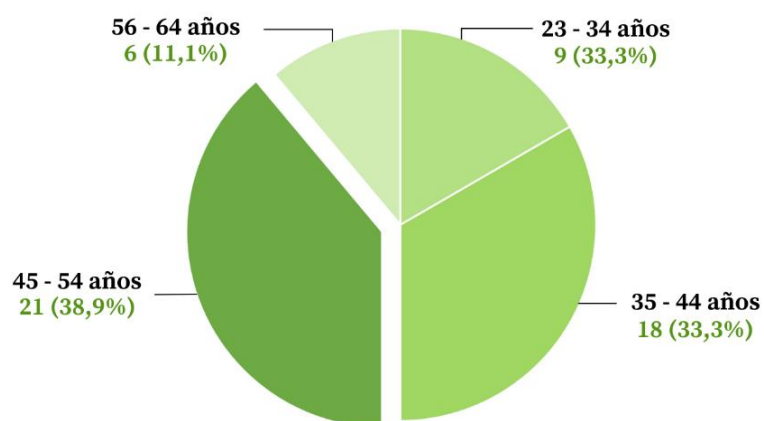
- Macrozona norte
- Macrozona centro
- Macrozona sur
- Macrozona austral

Anexo 9. Resumen de respuestas de la encuesta “Factores de degradación de la vegetación nativa en Chile”.

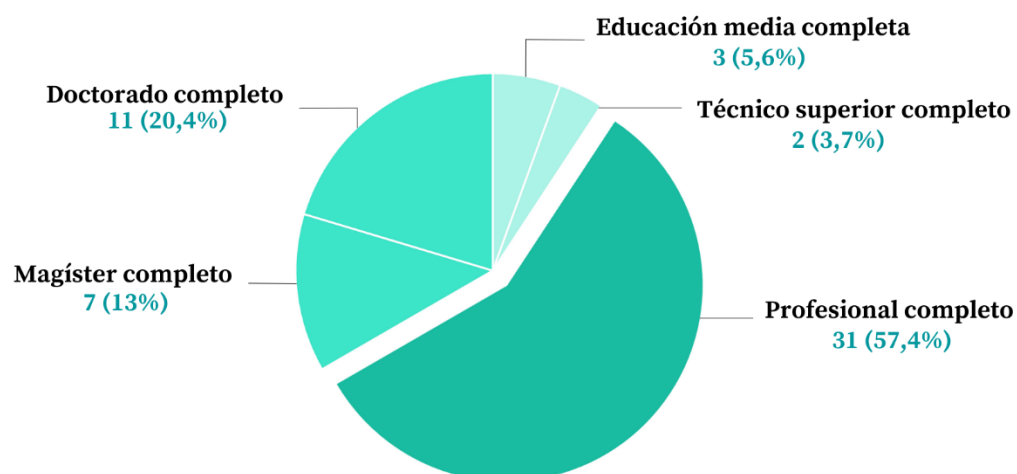
1.- ¿En qué región habita?



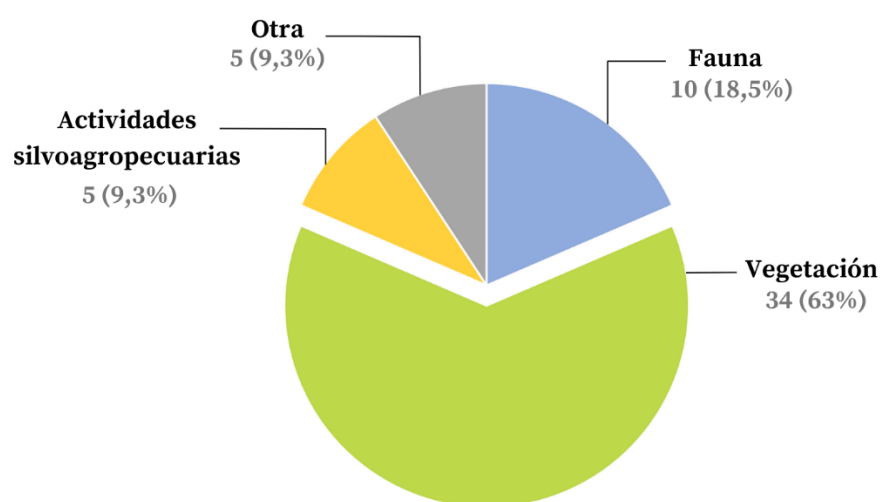
2.- ¿Qué edad tiene?



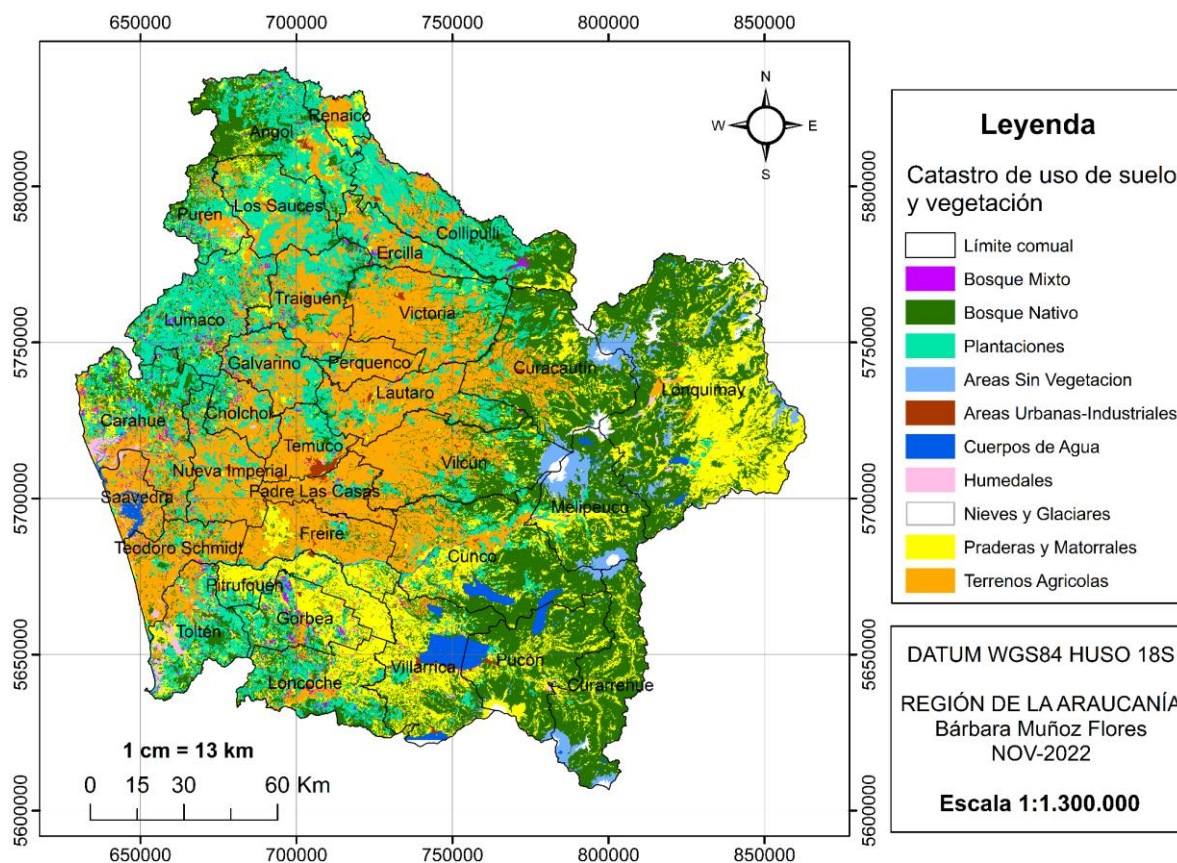
3.- Seleccione su último nivel educacional alcanzado.



4.- ¿En cuál de las siguientes áreas posee usted mayor experiencia?

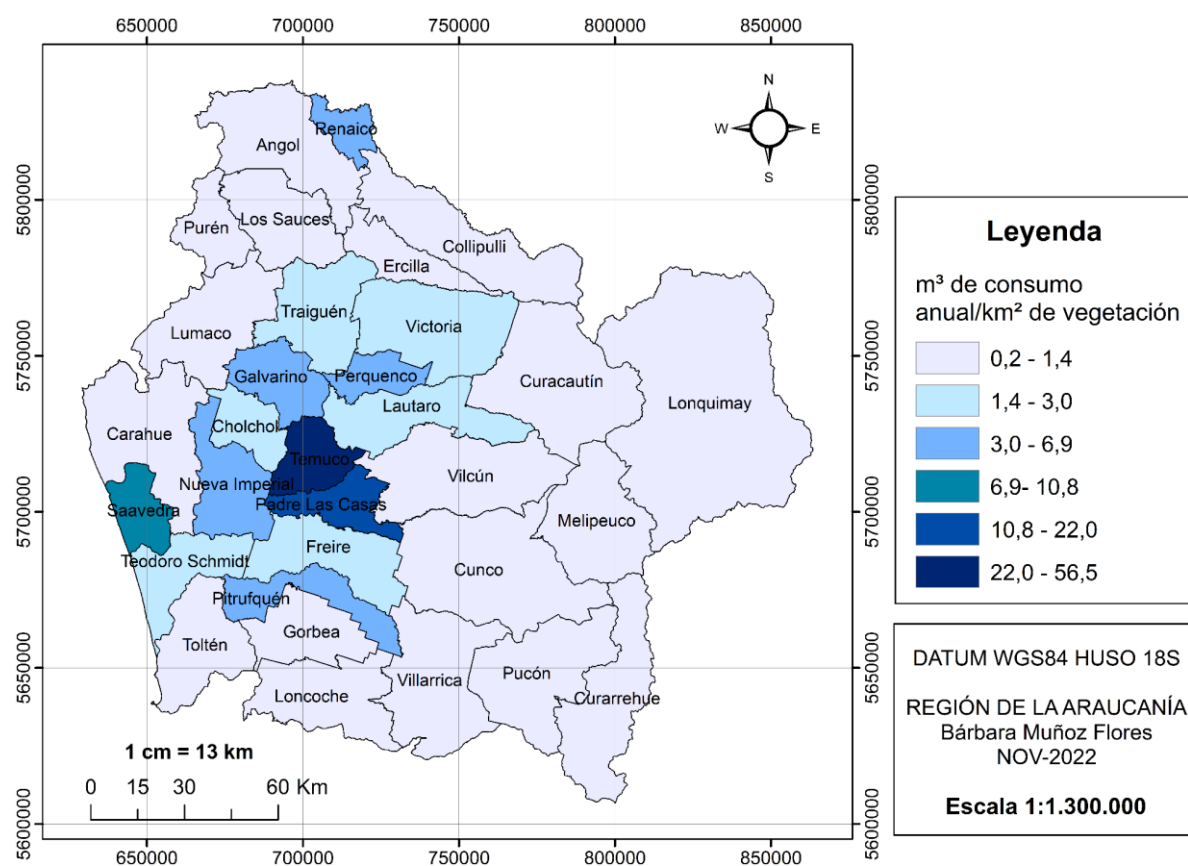


Anexo 10. Catastro de Uso de Suelo y Vegetación de la región de La Araucanía.

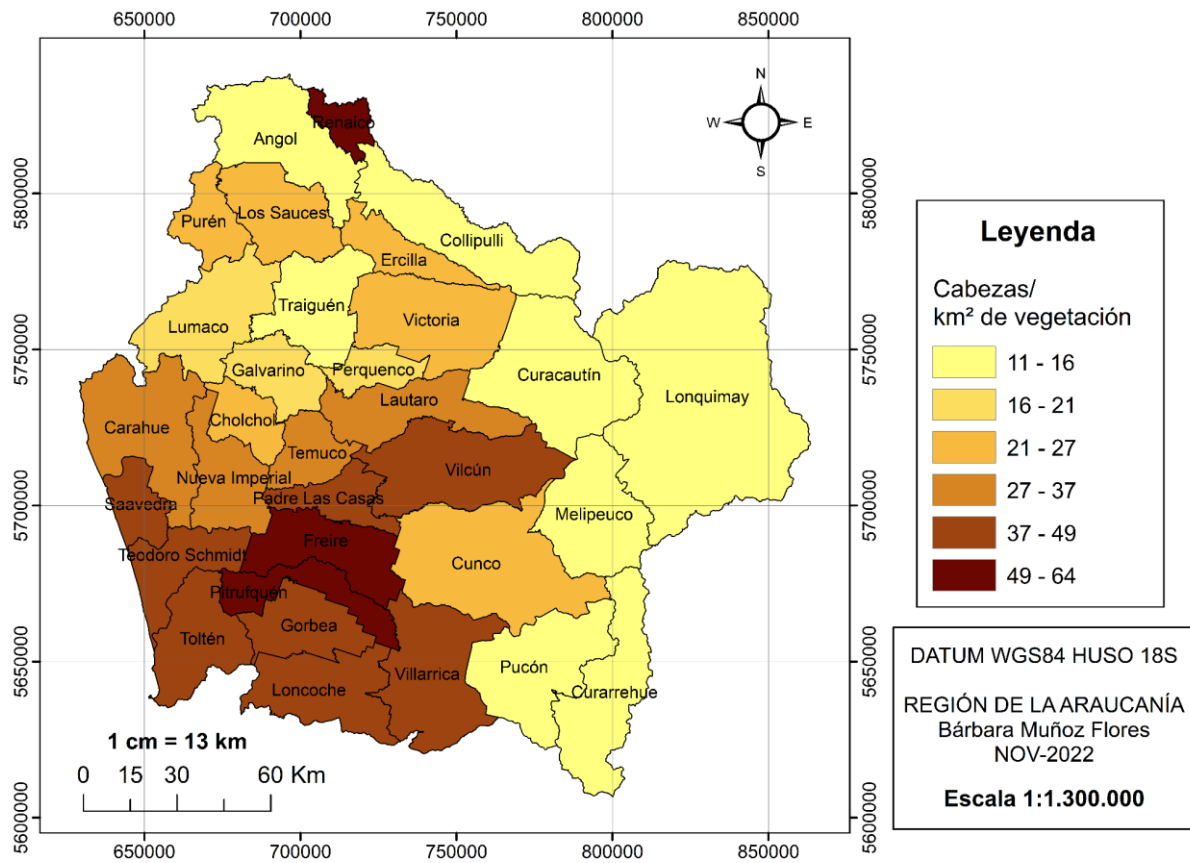


Fuente: CONAF (2021).

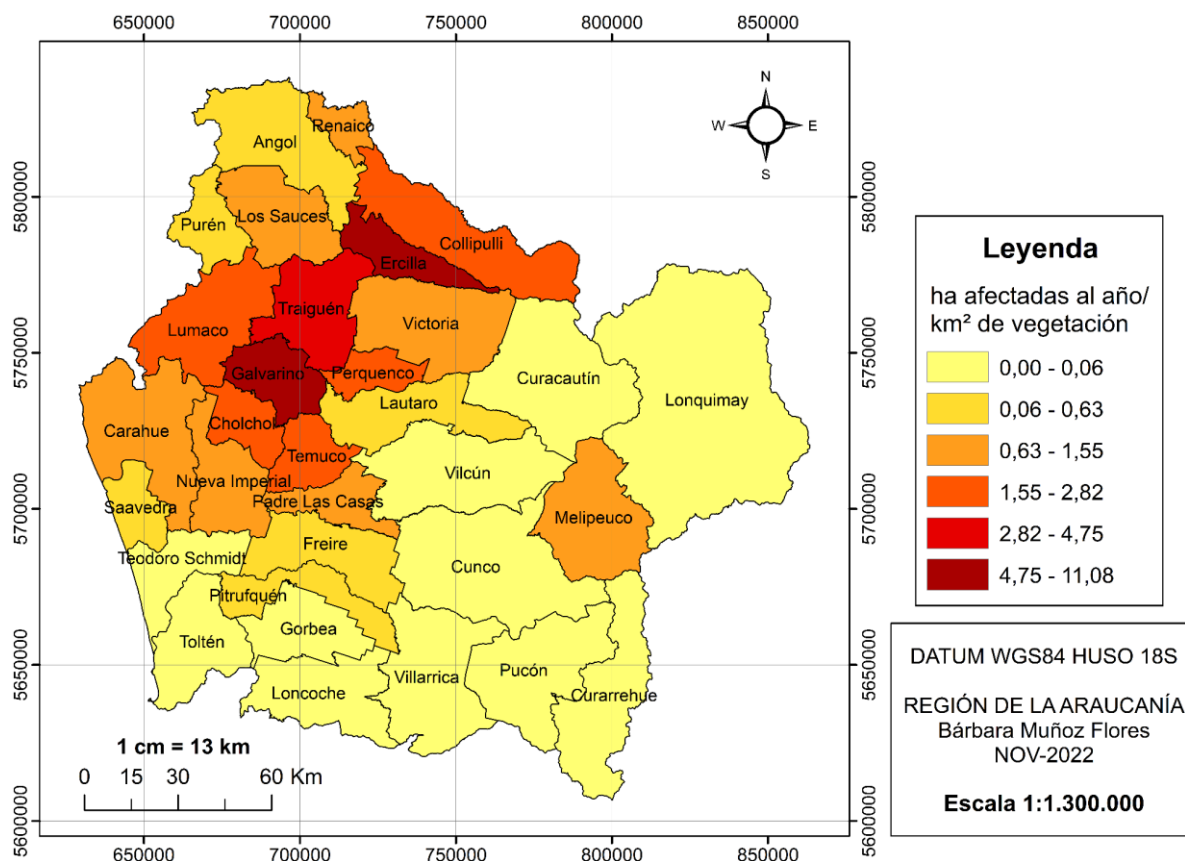
Anexo 11. Espacialización de la presión del consumo de leña de especies nativas a nivel comunal en la región de La Araucanía.



Anexo 12. Espacialización de la presión del ganado bovino caprino y ovino, a nivel comunal en la región de La Araucanía.



Anexo 13. Espacialización de la presión de los incendios forestales a nivel comunal en la región de La Araucanía.



Anexo 14. Resumen de comentarios asociados a la encuesta “Factores de degradación de la vegetación nativa en Chile”.

1.- “En el extremo sur, los últimos 2 a 3 años, el bosque se ha comenzado a fragmentar principalmente por las parcelaciones, grandes loteos. Los que van afectando a la continuidad del bosque y los recursos ecosistémicos, como suelo, agua y alimento. Desplazando el bosque y la fauna nativa, que aún es abundante en la región de Aysén.”

2.- “Faltó considerar la principal amenaza de degradación que es la especies arbóreas invasoras como el *Acer pseudoplatanus*, *Acacia melanoxylon*, *Acacia dealbata* cuya invasión en zonas de bosque nativo, de interfaz y cauces afectan la regeneración de bosque nativo y la estructura propia del sector, además de la dispersión aleada a plantaciones de pinos.”

3.- “Falta el factor "erosión". En muchas partes de Chile este flagelo silencioso avanza y repercute directamente en la cobertura vegetal, especialmente en la oportunidad de establecimiento de la

regeneración. No sería despreciable una mirada al impacto de la atomización de las superficies prediales.”

4.- “Le faltan factores relevantes, como los factores sociales (subdivisión de la tierra, tipo de propietario (pequeños son los que más explican degradación), pobreza rural, accesibilidad (mientras más accesible mayor degradación).”

5.- “La presión en el bosque nativo para producción de leña ha ido bajando constantemente dado la oferta de exóticas como Aromo o Eucalyptus; no obstante, esta actividad aún tiene un impacto importante en el recurso. Otros factores a considerar son la fragmentación por cambio de uso de suelo (parcelaciones) y mortalidad o enfermedades de algunas especies (como coigüe, canelo y araucaria) por efecto de veranos cada vez más secos.”

6.- “En el norte la ganadería camélida tiene una gran importancia en la zona altiplánica en particular en los bofedales que son degradados por el sobrepastoreo, además que la fauna silvestre también se alimenta en los bofedales (vicuñas, vizcachas).”

7.- “En el caso de los bosques de Ñirre, estos hoy en día y bajo mi observación, corresponden a los ecosistemas forestales más frágiles y sometidos a perturbaciones que lo mantienen en un estado de degradación a través de una presión constante por décadas de parte de la ganadería. En algunos casos donde no se logra conformar áreas continuas de bosque, los parches más pequeños en muchos casos han cambiado de uso, pasando directamente a pastizal.”



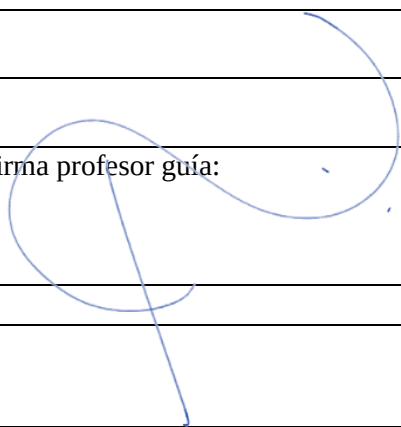
ANEXO 15: PROPUESTA ACTIVIDAD DE TITULACIÓN

MODALIDAD DE TITULACIÓN:

PRÁCTICA PROFESIONAL CONTROLADA

FORMULACIÓN, DISEÑO Y/O EJECUCIÓN DE PROYECTO

X

I. IDENTIFICACIÓN DEL ESTUDIANTE		
Nombre estudiante:	Bárbara Romina Muñoz Flores	
Nº matrícula:	19795879017	
Carrera:	Ingeniería en Recursos Naturales	
Nº Teléfono móvil estudiante:	930803171	
Correo institucional estudiante:	b.munoz12@ufromail.cl	
Correo no institucional del estudiante		
Nombre profesor guía:	Rodrigo Vargas-Gaete	Firma profesor guía: 
Correo electrónico profesor guía	rodrigo.vargas@ufrontera.cl	
II. IDENTIFICACIÓN EMPRESA INSTITUCIÓN		
Nombre empresa/institución donde desarrollará Act. Titulación: Universidad de La Frontera		
Unidad o departamento donde desarrollará Act. Titulación: Laboratorio de Biometría, Departamento de Ciencias Forestales.		
Nombres Supervisor Directo/Responsable proyecto:		

Dr. Rodrigo Vargas-Gaete	
Cargo Supervisor Directo/ Responsable proyecto: Académico de la Universidad de La Frontera	
Correo electrónico Supervisor Directo/ Responsable proyecto: rodrigo.vargas@ufrontera.cl	Teléfono oficina supervisor directo/ Responsable proyecto: +56 45 325658

III. OBJETIVOS:

Objetivo General: Analizar a nivel nacional la presión que ejercen el consumo de leña, las especies exóticas invasoras, la presencia de ganado y los incendios sobre la vegetación nativa en Chile.

Objetivos Específicos

- Objetivo específico 1: Caracterizar cada factor de degradación en base a antecedentes bibliográficos en cuatro macrozonas del país (i.e. norte, centro, sur y austral).
- Objetivo específico 2: Espacializar a nivel regional la presión tanto individual como combinada que estos factores de degradación ejercen sobre la vegetación nativa.
- Objetivo específico 3: Espacializar la presión que ejercen a nivel comunal en la región de La Araucanía.

IV. RELACIÓN DE DOMINIOS Y COMPETENCIAS DE TITULACIÓN A DESARROLLAR

- Competencia/s del dominio

Tabla Nº1 Relación entre dominios, Competencias de titulación y objetivos

Objetivo General: Analizar a nivel nacional la presión que ejercen el consumo de leña, las especies exóticas invasoras, la presencia de ganado y los incendios sobre la vegetación nativa en Chile.

Dominio	Competencia de Titulación	Objetivo específico
Planificación del territorio	Diagnosticar los elementos biofísicos del territorio (uso actual y línea base) utilizando conocimientos de las ciencias naturales y matemáticas, modelos de datos y herramientas tecnológicas de manera responsable y ética con el fin de cuantificar y cualificar adecuadamente los recursos y condiciones ambientales.	Caracterizar cada factor de degradación en base a antecedentes bibliográficos en cuatro macrozonas del país (i.e. norte, centro, sur y austral).
	Evaluar los impactos ambientales en el territorio del uso de los recursos a través de variables biofísicas y socioeconómicas, usando metodologías de monitoreo e impacto de estos, de manera eficaz, ética y socialmente responsable para resguardar la sustentabilidad de los recursos involucrados y las demandas del medio.	Espacializar a nivel regional la presión tanto individual como combinada que estos factores de degradación ejercen sobre la vegetación nativa.
	Evaluar los impactos ambientales en el territorio del uso de los recursos a través de variables biofísicas y socioeconómicas, usando metodologías de monitoreo e impacto de estos, de manera eficaz, ética y socialmente responsable para resguardar la sustentabilidad de los recursos involucrados y las demandas del medio.	Espacializar la presión que ejercen a nivel comunal en la región de La Araucanía.
Generación de proyecto de investigación - desarrollo y educación ambiental	Desarrollar, ya sea individual o en conjunto con otras disciplinas, proyectos de investigación y desarrollo de carácter descriptivo y experimental para generar emprendimientos y conocimiento asociados con la sustentabilidad y sostenibilidad de los recursos naturales involucrados.	Espacializar a nivel regional la presión tanto individual como combinada que estos factores de degradación ejercen sobre la vegetación nativa.

	Desarrollar, ya sea individual o en conjunto con otras disciplinas, proyectos de investigación y desarrollo de carácter descriptivo y experimental para generar emprendimientos y conocimiento asociados con la sustentabilidad y sostenibilidad de los recursos naturales involucrados.	Caracterizar cada factor de degradación en base a antecedentes bibliográficos en cuatro macrozonas del país (i.e. norte, centro, sur y austral).
--	--	--

V. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTITUCIÓN Y DEPARTAMENTO/UNIDAD

La Universidad de La Frontera es una institución de Educación Superior pública estatal inserta en la región de La Araucanía, la que tiene como misión generar, desarrollar y transmitir el saber en las diversas áreas del conocimiento y dominios de la cultura. Reconoce, promueve e incorpora la cosmovisión de los pueblos originarios, y en especial, la relación intercultural con el pueblo mapuche, promoviendo el respeto y el desarrollo equitativo (Universidad de La Frontera, s.f.).

Promueve y aporta al país y a la región de La Araucanía, asumiendo una acción preferente y pertinente con ella, a través de la formación, la ciencia, la tecnología, la innovación, la creación y la vinculación con el medio (Universidad de La Frontera, s.f.).

El Departamento de Ciencias Forestales es una unidad académica adscrita a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de La Frontera, cuyo propósito principal es proveer servicios académicos de excelencia en las áreas de Ciencias Forestales y Ciencias de la Ingeniería de Recursos Naturales (Departamento de Ciencias Forestales, s.f.). Dentro de éste se encuentra el Laboratorio de Biometría, en el cual se trabaja para generar conocimiento cuantitativo de carácter científico-técnico sobre sistemas biológicos, recursos naturales y el medio ambiente, aplicando diversos modelos estadísticos y matemáticos. Son parte importante de éstos, la aplicación de modelos dinámicos, simulación estocástica, estrategias de muestreo y análisis espacio-temporal para la conservación y uso sustentable de estos recursos (Laboratorio de Biometría, s.f.).

VI. EXPOSICIÓN GENERAL DEL TRABAJO O FUNCIÓN A DESARROLLAR

La actividad de titulación a desarrollar, se enmarca dentro de la elaboración del libro “Restauración de ecosistemas forestales en Chile”, específicamente del capítulo “Degradación de ecosistemas forestales en Chile”. Este libro forma parte de un proyecto colaborativo entre distintos académicos asociados al estudio de los recursos naturales en Chile, el cual busca analizar las principales problemáticas asociadas a este tipo de ecosistemas en la actualidad, desde el enfoque de la restauración y conservación ecológica.

El trabajo a desarrollar consiste en representar espacialmente a nivel nacional el impacto potencial de cuatro factores de degradación de la vegetación nativa en Chile, los cuales se encuentran dentro de los más importantes a nivel nacional. Estos son: el consumo de leña, la presencia de ganado, las especies exóticas invasoras y los incendios forestales.

La importancia de este trabajo de investigación radica en que constituye una contribución al estudio de los principales factores de degradación de la vegetación nativa en Chile, a partir de su representación a través de sistemas de información geográfica y en base a cifras oficiales y actualizadas

VII. BIBLIOGRAFÍA

Departamento de Ciencias Forestales. (s.f.). Quiénes somos. Recuperado de:

<http://www.forestal.ufro.cl/index.php/quienes-somos>.

Laboratorio de Biometría. (s.f.). Nosotros. Universidad de La Frontera. Recuperado de:

<http://biometria.ufro.cl>.

Universidad de La Frontera. (s.f.). Nuestra Misión. Recuperado de:

<https://www.ufro.cl/index.php/inicio/institucional/universidad-de-la-frontera>.

VIII. DOCUMENTOS ANEXOS

a) Plan de Actividades

PLANTILLA PLAN DE ACTIVIDADES:

Plan de Actividades				
Objetivo General	Objetivos Específicos	Producto/resultado Esperado	Tareas o Actividades	Periodicidad en que realizará la tarea o actividad (expresado en diario/semanal/mensual)
Analizar a nivel nacional la presión que ejercen el consumo de leña, las especies exóticas invasoras, la presencia de ganado y los incendios sobre la vegetación nativa en Chile.	Caracterizar cada factor de degradación en base a antecedentes bibliográficos en cuatro macrozonas del país (i.e. norte, centro, sur y austral).	Base de datos cuantitativa y cualitativa sobre los factores de degradación más importantes en Chile.	Recopilar información bibliográfica respecto a cada factor de degradación.	Diario
			Seleccionar y sistematizar la información para cada región y macrozona del país.	Semanal
	Espacializar a nivel regional la presión tanto individual como combinada que estos factores de degradación ejercen sobre la vegetación nativa.	Mapa de impacto individual para cada factor de degradación y mapa de impacto final (factores de degradación ponderados y combinados).	Reclasificar cada variable en un rango numérico común.	-
			Realizar una encuesta a expertos a nivel nacional.	Única vez
			Procesamiento de resultados encuesta.	Diario
			Ponderación de factores de degradación.	Diario
	Espacializar la presión que ejercen a nivel comunal en la región de La Araucanía.	Mapa de impacto combinado en la región de La Araucanía.	Recopilación bibliográfica.	Diario
			Sistematización de información a nivel comunal.	Diario

Rodrigo Vargas-Gaete

