



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y DE LA CONSERVACIÓN DE
LA NATURALEZA

ESCUELA DE CIENCIAS FORESTALES
DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA Y CONSERVACIÓN DE LA
NATURALEZA

CARACTERIZACIÓN DEL EFECTO DEL GANADO SOBRE LA VEGETACIÓN
DE LA ROBLERÍA EN LA RESERVA NATURAL PRIVADA ALTOS DE
CANTILLANA, RM

Informe Final Práctica Profesional para optar al Título Profesional de Ingeniero
Forestal

ALONSO LORENZO NÚÑEZ ROJAS

Profesor Guía: Sr. Carlos Magni Díaz, Ingeniero Forestal.
Dr. en Cs Forestales mención en Biología

Santiago, Chile

2022

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y DE LA CONSERVACIÓN DE
LA NATURALEZA

ESCUELA DE CIENCIAS FORESTALES
DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA Y CONSERVACIÓN DE LA
NATURALEZA

CARACTERIZACIÓN DEL EFECTO DEL GANADO SOBRE LA VEGETACIÓN
DE LA ROBLERÍA EN LA RESERVA NATURAL PRIVADA ALTOS DE
CANTILLANA, RM.

Informe Final Práctica Profesional para optar al Título Profesional de Ingeniero
Forestal

ALONSO LORENZO NÚÑEZ ROJAS

Calificaciones:	Nota	Firma
Prof. Guía Dr. Carlos Magni Díaz
Prof. Consejero Dr. Cristián Estades M.
Prof. Consejero Dr. Benito González P.

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a todas las personas que me brindaron de su apoyo, animo, tiempo, solidaridad, serenidad, motivación y recursos, pues, personalmente, fueron importantes para mí y la elaboración del presente informe.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecer a toda mi familia y amistades que brindaron de apoyo emocional, el cual fue fundamental para tener la entrega, perseverancia y motivación en la elaboración y finalización del informe.

En segundo lugar, agradecer a mi profesor guía, Carlos Magni, por la oportunidad de realizar esta práctica profesional, y al mismo tiempo por tener la disposición, paciencia, solidaridad y presencia en la elaboración del trabajo. Agradecer a los profesores Benito González y Cristián Estades por sus consejos en el comienzo de este trabajo. También agradecer a todo el grupo del CESAF, pues brindaron las herramientas necesarias para realizar el presente informe.

Por último, agradecer a todo el grupo corporativo de la Reserva Natural Privada de Altos de Cantillana, particularmente a Fernanda Romero por organizar todo lo necesario para llevar a cabo la práctica. También agradecer a Evelyn Flores (administradora), Coral Romero (administradora), Matías (guardabosque), Braulio (guardabosque) y a Pablo (guardabosque) que brindaron herramientas, apoyo y solidaridad en el desarrollo de la práctica.

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Efecto del ganado en el ecosistema	2
1.2	Antecedentes generales de la Reserva Natural Privada Altos de Cantillana	3
1.2.1	Amenazas de la Reserva Natural Privada Altos de Cantillana	5
1.3	Antecedentes del ganado en la Reserva Natural Privada Altos de Cantillana	6
1.3.1	Sistema de “Prorratas”	7
1.3.2	El efecto del ganado en los ecosistemas de la Reserva Natural Privada Altos de Cantillana	8
1.4	Antecedentes generales de <i>Nothofagus macrocarpa</i>	9
2	OBJETIVOS	12
2.1	Objetivo general	12
2.2	Objetivos específicos	12
3	MATERIALES Y MÉTODOS	13
3.1	Materiales	13
3.1.1	Caracterización del área de trabajo	13
3.2	Método	15
3.2.1	Descripción de la masa ganadera presente en el sector “Roblería Altos de Cantillana”	15
3.2.2	Descripción de la vegetación del sector “Roblería Altos de Cantillana”	15
3.2.3	Descripción de la vegetación por el método “Point transects”	15
3.2.4	Comparación y análisis de la actividad ganadera entre zonas con y sin exclusión de ganado en el sector “Roblería Altos de Cantillana”	17
4	RESULTADOS ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	18
4.1	Descripción de la masa ganadera presente en el sector “Roblería Altos de Cantillana”	18
4.1.1	Antecedentes de la masa ganadera	18
4.1.2	Análisis de prorratas	19
4.2	Descripción de la vegetación del sector “Roblería Altos de Cantillana”	21
4.2.1	Fotointerpretación del sector “Roblería Altos de Cantillana”	21
4.2.2	Descripción de la vegetación por el método “ <i>Point transects</i> ”	23
4.3	Comparación y análisis de la actividad ganadera entre zonas con y sin exclusión de ganado en el sector “Roblería Altos de Cantillana”	32

4.3.1	Observaciones de campo relacionadas con el ganado.....	36
5	SUGERENCIAS Y RECOMENDACIONES	38
6	CONCLUSIONES	39
7	BIBLIOGRAFÍA	40
8	ANEXO	47
9	APÉNDICE.....	50

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación del ganado ingresado en la RNPAC.....	20
Cuadro 2. Superficies de las formaciones vegetales presentes en la zona de estudio.	22
Cuadro 3. Superficies de las coberturas vegetacionales presentes en la zona de estudio...	22
Cuadro 4. Ficha ingreso de vacas (RNPAC, 2018)	47
Cuadro 5. Variables ambientales más frecuentes en los puntos registrados, situación 1 “Zona de exclusión de ganado”.....	50
Cuadro 6. Variables ambientales más frecuentes en los puntos registrados, situación 2 “Las Hualtatas 1”	50
Cuadro 7. Variables ambientales más frecuentes en los puntos registrados, situación 3 “Hualtatas 2” (Bosque semi-abierto).	51
Cuadro 8. Tabla de rodal Situación 1 "Zona de exclusión de ganado".	52
Cuadro 9. Tabla de rodal Situación 2 "Las Hualtatas 1".	52
Cuadro 10. Tabla de rodal Situación 3 "Las Hualtatas 2".	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica y límites de la Reserva. Los límites de la reserva están en color rojo.	14
Figura 2. Cantidad de ganado declarado en el sector Los Hornos (RNPAC), en los años 2018, 2019 y 2021.	19
Figura 3. Registro del número de arrieros en el sector los Hornos, RNPAC.	20
Figura 4. Ubicación geográfica de la zona de interés (Roblería Altos de Cantillana) y límites de la Reserva.	21
Figura 5. Puntos y transectos realizados en la situación 1 “Zona de Exclusión de Ganado”.	23
Figura 6. Distribución de las clases diamétricas del estrato arbóreo perteneciente a la Situación 1.	24
Figura 7. Los puntos-transectos realizados en la situación 2 “Las Hualtatas 1”.	25
Figura 8. Distribución de las clases diamétricas del estrato arbóreo perteneciente a la Situación 2 “Las Hualtatas 1”.	26
Figura 9. Puntos y transectos realizados en la situación 3 “Las Hualtatas 2”.	27
Figura 10. Distribución de las clases diamétricas del estrato arbóreo perteneciente a la Situación 3.	28
Figura 11. Ramoneo de ganado a individuos de <i>N. macrocarpa</i> (renovales).	29
Figura 12. Regeneración de <i>Nothofagus macrocarpa</i> ubicada en la Situación 2 “Las Hualtatas 1”.	30
Figura 13. Regeneración de <i>N. macrocarpa</i> ubicada en la Situación 3 "Las Hualtatas 2".	31
Figura 14. Presencia de fecas de ganado en los puntos de las situaciones estudiadas.	32
Figura 15. Presencia de huellas de ganado en los puntos de las situaciones estudiadas.	33
Figura 16. Presencia de ramoneo de ganado en los puntos de las situaciones estudiadas.	33
Figura 17. Densidad arbustiva de las situaciones descritas	34
Figura 18. Presencia de la especie exótica <i>Cynoglossum creticum</i> en los puntos de registros de cada situación.	35
Figura 19. Código básico de información ecológica OIKOS	49
Figura 20. Formulario OIKOS	49

RESUMEN

La destrucción del hábitat por origen antrópico es una de las principales causas de la disminución de la biodiversidad. Un factor importante es la ganadería extensiva, pues altera funciones fundamentales en los ecosistemas, como son el ciclo y la sucesión de nutrientes, la estructura y composición de especies, y provoca intensos cambios en los microambientes de las plantas y el suelo. El ganado se considera una amenaza que influye drásticamente en diferentes ecosistemas y recursos de la Reserva Natural Privada Altos de Cantillana. Respecto a esto el presente informe de practica tendrá como principal objetivo caracterizar el efecto del ganado sobre la vegetación de las roblerías, ubicadas en la Reserva Privada Altos de Cantillana, RM, Chile, cuyo ecosistema dominado por *Nothofagus macrocarpa* es afectado por la ganadería estacional. El estudio se llevó a cabo en las roblerías de Altos de Cantillana, en donde se realizó una descripción vegetacional, mediante una fotointerpretación general y por el método “*Point transects*”, para registrar variables vegetacionales relevantes para el informe. Se realizó una descripción de la masa ganadera mediante análisis de antecedentes y fichas de prorratas. Y finalmente, se comparó y analizó la presencia de ganado entre zonas con y sin exclusión mediante variables de actividad ganadera, extraídas por el método “*Point transects*”. Respecto a los principales resultados, se destaca que en el 2021 solamente un 59% de los arrieros declararon su ganado. Por otra parte, en zonas sin exclusión se halló abundancia de fecas, huellas, ramoneo y una baja en la densidad arbustiva. En cuanto a las conclusiones destacadas, es difícil cuantificar las cabezas de ganado en la zona de estudio, ya que existen dos situaciones: (1) no todos los arrieros declaran su ganado y (2) existe ingreso de ganado no autorizado a la reserva. Por otra parte, el ganado tiene efecto en la vegetación de las roblerías mediante ramoneo en renovales de *N. macrocarpa*, esto impacta en su desarrollo, presentando deformaciones importantes. Por último, en cuanto a la reducción de la densidad arbustiva de las roblerías, condicionaría un sotobosque más simple, abierto y con dominancia de herbáceas en las situaciones afectadas.

Palabras clave: Ganadería extensiva, cerco de exclusión, densidad arbustiva, ramoneo, *Nothofagus macrocarpa*

ABSTRACT

Habitat destruction by anthropic origin is one of the main causes of biodiversity decline. An important factor is extensive livestock farming, as it alters fundamental functions in ecosystems, such as the cycle and succession of nutrients or the structure and composition of species, both cause intense changes in the microenvironments of plants and soil. Livestock is considered a threat that drastically influences different ecosystems and resources of the Altos de Cantillana Private Nature Reserve. Concerning this, the main objective of this practice report will be to characterize the effect of cattle on the vegetation of the oak groves, located in the Altos de Cantillana Private Reserve, RM, Chile, whose ecosystem is dominated by *Nothofagus macrocarpa* is affected by seasonal livestock. The study was carried out in the oak groves of Altos de Cantillana, where a vegetational description was made, through a general photo interpretation and by the "Point transects" method, to record vegetational variables relevant to the report. A description of the livestock mass was made through background analysis and proration records. And finally, the presence of cattle between areas with and without exclusion was compared and analyzed using livestock activity variables, extracted by the "Point transects" method. In respect of the main results, it is noteworthy that in 2021 only 59% of the muleteers declared their livestock. On the other hand, in areas without exclusion, an abundance of feces, footprints, browsing, and a low shrub density were found. As for the conclusions highlighted, it is difficult to quantify the heads of cattle in the study area, since there are two situations: (1) not all muleteers declare their cattle, and (2) there is an entry of unauthorized cattle to the reserve. Otherwise, the cattle influence the vegetation of the oak groves by browsing in *N. macrocarpa* saplings, this would impact their development, as they will present important deformations. Finally, regarding the reduction of the shrubby density of the oak groves, it would condition a simpler, more open, and herbaceously dominant understory in the affected situations.

Keywords: Extensive livestock, exclusion fence, shrub density, browsing, *Nothofagus macrocarpa*

1 INTRODUCCIÓN

La destrucción del hábitat por origen antrópico es una de las principales causas de la disminución de la biodiversidad. Cabe destacar que esta destrucción se puede presentar de manera total o parcial (Primack *et al.*, 2001; Arce, 2009). Respecto a las actividades humanas, el aumento demográfico, crecimiento económico y el desarrollo del sector industrial han sido factores cruciales en la transformación y destrucción de ecosistemas naturales (Challenger, 2001). Por otro lado, la fragmentación del hábitat ha sido catalogada como un problema clave al que se enfrenta la conservación de la diversidad biológica, pues actualmente es considerada uno de los principales agentes de amenazas para la viabilidad de los ecosistemas nativos. Este tipo de perturbación se considera un proceso dinámico que genera cambios observables en el patrón del hábitat en un paisaje dado durante un determinado tiempo. Es necesario mencionar que la fragmentación del hábitat puede adicionarse con otros tipos de factores dañinos provocados por la actividad humana (Bennett, 1999; Kuussaari *et al.*, 2009; Haila, 2002).

En Chile, el estado actual de conservación de los bosques nativos no es muy alentador. Durante el proceso de colonización, extensas superficies de bosques se perdieron al ser explotada o habilitadas para usos agropecuarios y una gran cantidad de los bosques remanentes han perdido su capacidad productiva. Algunos de los factores principales en provocar un intenso deterioro y el actual estado de conservación del bosque nativo son: la habilitación de suelos para la agricultura, incendios forestales, ganadería extensiva en bosques, el remplazo del bosque nativo por plantaciones (especies exóticas) y finalmente el uso maderero (Cruz y Schmidt, 2007). Cabe destacar que los ecosistemas mediterráneos de la zona central han sido los más afectados por la pérdida y fragmentación del hábitat (Blondel y Fernández, 2012).

La vegetación de la zona central mediterránea de Chile se caracteriza por presencia de matorrales y bosques de carácter esclerófilo (Garfías *et al.*, 2018). En las mayores elevaciones (1.400 y 1.950 m.s.n.m.) del límite superior de las situaciones más favorables del bosque esclerófilo es posible encontrar el Bosque Caducifolio de Santiago, perteneciente a la sub-región del Bosque Caducifolio Montano (Gajardo, 1994; GEF, 2005; Cáceres *et al.*, s.a.). La sub-región representa un 1,7% del territorio nacional, se ubica tanto en la Cordillera de la Costa como en la Cordillera de los Andes y son consideradas formaciones relictas de extensión reducida, pues han sido drásticamente intervenidas (Gajardo, 1994). Se caracteriza por la presencia de especies caducas del género *Nothofagus*, como por ejemplo *Nothofagus macrocarpa* (roble de Santiago), *Nothofagus glauca* (hualo), *Nothofagus obliqua* (roble) y *Nothofagus alpina* (raulí) (Trivelli, 2014). El Bosque caducifolio de Santiago se encuentra en pequeños bosquetes ubicados en exposiciones sur de altos de laderas y cumbres de la Cordillera de la Costa, y en ocasiones cubriendo pequeñas mesetas. A nivel de flora, es dominado por *N. macrocarpa* y acompañado por especies esclerófilas y de las estepas altoandinas mediterráneas, pues el bosque se encuentra en una ocupación ambiental

intermediaria a estas. Generalmente, tiene un aspecto de un bosque o renoval alto denso, acompañado por diversos matorrales que le dan un aspecto más heterogéneo ya que, se encuentra amenazado por varios factores, y uno de ellos es la ganadería (Gajardo, 1994; Cáceres *et al.*, s.a.; Teillier, 2003).

La ganadería extensiva, es un factor antrópico que presenta efectos negativos sobre la regeneración y el crecimiento de los árboles jóvenes de los bosques. El pastoreo actúa generalmente sobre la regeneración de las especies palatables y los brotes nuevos no lignificados de los árboles jóvenes. Por otra parte, una acumulación excesiva de ganado origina problemas locales de compactación de suelos, aumentando el escurrimiento superficial y el desarrollo de especies siempreverdes tolerantes, muchas de ellas de menor valor maderero (Cruz y Schmidt, 2007). Si bien, en muchas ocasiones se ha indicado que el efecto del ganado en el ecosistema podría ser relativamente positivo, no sería correcto concluir que es una parte necesaria del régimen de perturbación, ya que han evolucionado en ausencia de ganado doméstico (Perevolotsky y Seligman, 1998; McIntyre *et al.*, 2003).

La importancia de realizar el presente proyecto de práctica profesional radica en caracterizar qué efectos produce el ganado doméstico en bosques de roble de Santiago, en el sector Altos de Cantillana, en donde la ganadería extensiva (ganado vacuno, caballares u otras) ha sido un problema continuo en gran parte de la reserva (Magni *et al.*, 2015).

1.1 Efecto del ganado en el ecosistema

A escala mundial, el efecto del pastoreo por grandes herbívoros es un tema ampliamente estudiado y cuestionado en las últimas décadas (Trigo, 2018). El ganado doméstico ha influido en el ecosistema de manera muy sistemática, presentando efectos tanto positivos como negativos.

La acción del ganado doméstico puede tener una connotación negativa al momento de llegar a una acumulación excesiva de animales en un ecosistema dado, e incluso si es repetido y frecuente, se podría denominar como disturbio (De Villalobos, 2013). La influencia de la ganadería extensiva altera funciones fundamentales de los ecosistemas, como son el ciclo y la sucesión de nutrientes, estructura del ecosistema y la composición de especies, e intensos cambios en los microambientes de las plantas y suelo (Augustine y McNaughton, 1998; Fleischner, 1994; Perevolotsky y Seligman, 1998).

Los principales efectos del pastoreo en la vegetación son la pérdida de especies nativas (por ramoneo) y la invasión de especies exóticas, ya que, al perder riqueza y diversidad de especies nativas (sobrepastoreado), estas son reemplazadas por especies anuales exóticas (Fleischner, 1994; Pettit, *et al.*, 1995; De Villalobos, 2013; Perevolotsky y Seligman, 1998).

Cabe destacar que, el ganado al realizar el ramoneo de plantas nativas puede proporcionar una ventaja competitiva a las plantas no palatables de alto contenido de compuestos secundarios volátiles, provocando un aumento en la inflamabilidad del ecosistema (Hobbs, 1996). Estos animales mediante el ramoneo o pastoreo, pisoteo, deposición de fecas y orinas pueden modificar la productividad y biomasa vegetal (Frank *et al.*, 1994; Augustine y McNaughton, 1998). La ganadería dentro de los bosques puede simplificar la estructura del sotobosque, disminuyendo la abundancia de arbustos, aumentando la dominancia de hierbas y favoreciendo así la creación de un sotobosque menos estratificado y más abierto (Tasker y Bradstock 2006). Estos animales a pesar de cambiar la estructura y riqueza de las especies, puede modificar la densidad, particularmente de especies leñosas (Trigo *et al.*, 2017).

A nivel suelo, el pastoreo puede producir un cambio profundo en las propiedades mineralógicas, físicas y químicas, en donde no afecta solamente a la superficie del suelo, sino que se podría extender a casi 50 cm de profundidad, provocando compactación. El pisoteo estimula el aumento de la superficie desnuda del suelo, aumentando las probabilidades de canalización de agua y erosión eólica (Podwojewski *et al.*, 2006; Oztas *et al.*, 2003).

Por otra parte, si bien el pastoreo podría provocar innumerables desordenes ecosistémicos, es posible encontrar efectos positivos provenientes de cierto tipo de ganado, especialmente en ungulados silvestres (Miceli, 2008). Los herbívoros de gran tamaño no son simplemente productos de los ecosistemas, sino que también pueden servir como importantes reguladores de los procesos de los ecosistemas en varias escalas de tiempo y espacio (Hobbs, 1996). Una acción fundamental para el desarrollo de los ecosistemas es la dispersión de semillas, respecto a esto el ganado silvestre se encuentra totalmente capacitado para tal proceso, provocando así la introducción o colonización de nuevas especies (Doria, 2010; Reid y Ellis 1995). Por otro lado, estos animales también contribuyen en el aumento de la heterogeneidad del ecosistema, ya que mediante el pastoreo y el pisoteo se generan microhábitats, provocando un aumento de especies por área de suelo. Como se mencionó anteriormente el ganado contribuye a la introducción de nuevas especies de plantas, esta acción se efectúa mediante la dispersión de semillas a través del pelo, pezuñas o estiércol de los herbívoros, incluso el pisoteo puede exponer el suelo desnudo, creando así las condiciones ideales para la colonización de muchas especies de plantas (particularmente especies ruderales) y así estableciendo oportunidades de regeneración (McEvoy, *et al.*, 2006).

1.2 Antecedentes generales de la Reserva Natural Privada Altos de Cantillana

La Reserva Natural Privada “Altos de Cantillana”, se ubica en la zona central de Chile, donde se extiende la región del Matorral y del Bosque Esclerófilo, la cual se encuentra sometida a condiciones climáticas del tipo mediterráneo (Gréz, 2020). El objetivo principal de la reserva es conservar los tres atributos de la biodiversidad, los cuales son: composición, estructura y función en todas sus magnitudes, y por otro lado también resguarda y asegura los beneficios adquiridos por parte de los servicios ecosistémicos que la biodiversidad entrega, para así

estimular el desarrollo social y económico de las zonas aledañas (Cáceres *et al.*, s.a.). De acuerdo con lo estipulado por EULA (2004), los Altos de Cantillana y la laguna Aculeo han sido establecidos como lugares de prioridad 1 urgente, esto se debe a principalmente por la presencia de *Nothofagus macrocarpa* y por especies endémicas de lagartos, también señala que en estos lugares el 40% de la flora y el 15% de la fauna es endémica. Según Gajardo (1994) extraído de EULA (2004), la reserva se ubica en dos regiones vegetacionales, estas son: Bosque Caducifolio, Sub/Región del Bosque Caducifolio Montano en la zona del límite superior de la situación más favorables del bosque esclerófilo y, por otro lado, se encuentra la zona de Matorral y Bosque Esclerófilo, Sub-región del Bosque Esclerófilo Costero, caracterizada por un clima mediterráneo de inviernos fríos y lluviosos, y veranos secos.

En la reserva, los sitios con mayor valor en biodiversidad y los que actualmente se encuentran destinados a la conservación son los de mayores altitudes (zonas altas). Cuyas áreas están capacitadas para la captación de cuencas, en donde se caracterizan por ser empinadas, con escasa vegetación, valor productivo limitado y bajos niveles de amenaza en comparación a las otras situaciones (GEF, 2005).

En la reserva es posible encontrar diferentes especies que se encuentran categoría de conservación, como son las siguientes: *Adiantum gertrudis* Espinosa (*Adiantaceae*), “palito negro” (en peligro), *Avellanita bustillosii* Phil. (*Euphorbiaceae*), “avellanita” (en peligro), *Beilschmiedia miersii* (Gay) Kosterm. (*Lauraceae*), “belloto del norte” (vulnerable), *Jubaea chilensis* (Molina) Baill. (*Arecaceae*) “palma chilena” (vulnerable), *Kageneckia angustifolia* D.Don (*Rosaceae*), “frangel” (vulnerable), *Laretia acaulis* (Cav.) Gillies ex Hook. (*Apiaceae*), “llaretilla” (vulnerable), *Neoporteria curvispina* (Bertero ex Colla) Donald et G.D.Rowley (*Cactaceae*) (vulnerable), *Neoporteria horrida* (Gay) D.Hunt (*Cactaceae*) (vulnerable), *Nothofagus glauca* (Phil.) Krasser (*Fagaceae*), “hualo” (vulnerable), *Nothofagus macrocarpa* (A.DC.) F.M.Vásquez et R.A.Rodr. (*Fagaceae*) “roble blanco” (vulnerable), *Porlieria chilensis* Gay (*Zygophyllaceae*) “guayacán” (vulnerable) (EULA 2004).

Respecto a la fauna presente en el cordón montañoso de Cantillana, habitan alrededor de 163 especies de vertebrado, de las cuales 25 son consideradas endémicas de Chile y 37 se encuentran amenazadas. De acuerdo con las especies de vertebrado endémicos, 3 son anfibios, 11 reptiles, 7 aves y 4 mamíferas. Tres especies de anfibios, 4 de reptiles, 23 de aves y 7 mamíferas se encuentran actualmente amenazadas. Además, se encuentran 9 especies en el sector, lo que representa 4,9% de las especies, con 5 mamíferos, 3 aves y 1 anfibio, excluyendo las especies domesticadas (perros, gatos, vacas, caballos y caprinos) (GEF, 2005).

1.2.1 Amenazas de la Reserva Natural Privada Altos de Cantillana

En Altos de Cantillana la biodiversidad se encuentra en constante amenaza por la pérdida de especies de flora y fauna, y también por la degradación del hábitat (Magni *et al.*, 2015). Según Cáceres *et al.* (s.a.) las principales amenazas que se encuentran en la reserva son las siguientes:

Incendios. Una de las amenazas que atenta con la biodiversidad de Altos de Cantillana son los incendios, los cuales han sido originados por la irresponsabilidad humana (factor antrópico). Se tiene registro de incendios en los años 2010 y 2012. Particularmente el riesgo de incendio en el sector de Rangue es aún mayor, ya que esta zona recibe fuertes vientos desde la costa.

Perros Domésticos de Vida Libre (PDVL). Según lo expuesto por WHO (2007), los PDVL son perros que no tienen restricción permanente y/o dependen de algún humano. Por ende, es posible encontrar perros urbanos y rurales dentro de estas categorías. Los PDVL amenazan de manera directa a la fauna de altos de Cantillana, ya que, tiene consecuencias perjudiciales particularmente en los carnívoros nativos. Estos perros visitan la zona principalmente con sus dueños (arrieros), de los cuales no acostumbran a alimentar a sus animales. Por lo tanto, estos animales perturban el ecosistema cazando, compitiendo por presas con otros carnívoros y como vectores de enfermedades (OIE, 2015).

Extracción de tierra de hoja. Extraer esta parte importante del suelo complica la retención de humedad a nivel suelo, dificultando la absorción de agua en la vegetación existente, y además el agua al no ser absorbida escurre superficialmente arrastrando sedimentos y erosionando el suelo. Esta amenaza afecta de mayor forma al bosque esclerófilo de la reserva, ya que dificulta la germinación de semillas de algunas especies y también la supervivencia de plántulas, ya que se remueve el sustrato que estas necesitan.

Camino. El camino G-54 une a Champa con Melipilla, sin embargo, intercepta a la reserva, lo cual esto podría ser una amenaza para la estabilidad ecológica, ya que, según lo expuesto por Arroyave *et al.* (2006), los caminos tienen múltiples impactos sobre la biodiversidad, en donde pueden provocar fragmentación, atropellamientos y cambios en los patrones reproductivos. Particularmente, Cáceres *et al.* (s.a.) menciona que la pavimentación de este camino estimularía un aumento en cantidad de turistas, por ende, el riesgo de incendio aumentaría, la fauna se vería más estresada y el borde del bosque tendría una mayor perturbación.

El turismo irresponsable. Este factor ha sido considerado una amenaza en la reserva, pues gran cantidad de los visitantes, no cumplen con las normativas y efectúan malas prácticas. También están los visitantes que acceden de forma ilegal al área protegida, sumado con malas prácticas hacia el medio ambiental. Las malas prácticas comunes de los visitantes son: la

remoción de material biológico (ramas, hojas, insectos u otro), daños mecánicos en la corteza de árboles, uso de fogatas, fumar, depósito de basura y heces, uso de jabones u otros químicos en cuerpos de agua, llevar animales domésticos, principalmente perros, no seguir los senderos establecidos, entre otros.

La minería. En la comuna de Alhué se encuentra localizada la Minera Florida Limitada, cercana a los bosques de robles y comunidades andinas de la reserva, la cual afecta directamente en el sistema hídrico y al paisaje, ya que intervienen la cabecera de las cuencas y las comunidades vegetales presentes en la reserva.

Cambio de uso de suelo. Respecto a este factor, el ecosistema mayormente afectado en la reserva es el bosque esclerófilo, en donde empresas inmobiliarias han ocupado grandes extensiones de este tipo de formación en los últimos 20 años. Un ejemplo es el condominio “Piedra de Molino”, que se encuentra aledaño a la reserva. La instalación de este tipo de villas produce fragmentación y destrucción de hábitat en áreas aledañas.

La ganadería extensiva. Este factor es considerado una amenaza que influye drásticamente en diferentes ecosistemas y recursos presentes en la reserva, algunos de ellos son: bosque esclerófilo, bosque caducifolio (roblerías), el Patagual, comunidades andinas y los cursos hídricos.

1.3 Antecedentes del ganado en la Reserva Natural Privada Altos de Cantillana

En la Reserva la crianza de ganado (bovino y equino), se desarrolla principalmente en los niveles medios y altos de las montañas, pues durante largas décadas los propietarios han implementado el pastoreo en estas áreas y han permitido a los miembros de las comunidades locales la posibilidad de pastar animales en sus tierras (GEF, 2005). Como se mencionó en el apartado anterior (1.2.1), la ganadería ha sido una gran amenaza para los ecosistemas de la reserva, sin embargo, combatirla es compleja, pues la actividad se desarrollaba antes del nacimiento de la reserva, incluso es considerada parte de la cultura local, específicamente en la hacienda Acúleo, cuyo lugar se caracteriza por la vocación ganadera (Cáceres *et al.*, s.a.). En época estival, las praderas y formaciones arbustivas de la meseta de Cantillana y sectores aledaños sustentan una masa ganadera de aproximadamente 200 animales (vacunos y caballos) (EULA, 2004).

Actualmente en la reserva se practica ganadería extensiva de manera autorizada e ilegal, pese a la disminución del número de cabezas de ganado que ingresan en los últimos años, los efectos negativos provocados siguen existiendo. Se estima que hay 24 arrieros de la localidad de Hornos y 20 de la localidad de Rangue con permiso de ingreso. Los arrieros generalmente tienen un ayudante y mencionan tener entre cero a cuatro caballos y entre cero y cinco vacas, aunque, se estima que el número de vacas que ingresan son mayores. Es necesario señalar que los arrieros y animales que ingresan a la reserva de forma ilegal no han sido

cuantificados, esto se debe a la limitada vigilancia en algunos sectores de la reserva, principalmente en el sector de Pichi, en la comuna de Alhué, Juan Noe y La Huachera. Es importante mencionar que tanto los arrieros autorizados como los no autorizados van acompañados de grupos de perros, los cuales también amenazan la biodiversidad presente en la reserva (Cáceres *et al.*, s.a.).

Respecto a la clasificación de uso de terreno de la zona gestionada por el proyecto GEF (2005), es posible encontrar dos actividades que están relacionadas con el ganado, estas son “Crianza de ganado” y “Silvicultura y ganadería”. La “Crianza de ganado”, abarca una superficie de 82.766,3 hectáreas y se desarrolla en una zona que es regularmente de uso intensivo, en donde habitan distintos tipos de ganado durante la mayor parte del año. La zona se caracteriza por pendientes no mayores a un 30% y una considerable disponibilidad de forraje. Los sectores de crianza de ganado se subdividen en dos categorías, crianza de ganado extensa y estacional. La crianza de ganado extensa es usada cuando la disponibilidad de alimento disminuye en las áreas más bajas. En este sector predominan los matorrales, matorrales arborescentes, bosque maduro y renovales. Las condiciones de acceso disminuyen con la presencia de pendientes abruptas (inclinación promedio de un 50%). Por otra parte, el ganado estacional se ubica en sectores altos de la cadena montañosa, entre los 1.600 y los 2.250 m.s.n.m, en donde es posible apreciar animales dispersados por toda la zona. De acuerdo a lo estipulado por EULA (2004) esta última actividad se realiza entre los meses de octubre y marzo. Cabe destacar que en estos sectores es posible apreciar la formación vegetal estepa andina, en donde se pueden encontrar hierbas estacionales altamente apetecibles.

El otro uso de terreno es el denominado “Silvicultura y ganadería”, en estas situaciones se realizan las actividades de ganadería y silvicultura simultáneamente. La primera actividad se dedica principalmente a la crianza del ganado bovino, y la otra es destinada a la extracción de madera (GEF, 2005) El uso abarca una superficie total de 28.275,8 hectáreas y se desarrolla en los siguientes sectores: parte alta del Cordón de Cantillana y ribera norte de La Laguna Aculeo, en la comuna de Paine; Cajón de Aculeo, estero Carmen Alto, estero Cholqui, Cordón de Culipran, Cajón de Panamá, Loma El Rodeo y Loma El Divisadero, en la comuna de Melipilla y; Loma Perales, Cajón Hueque y Loma del Medio, en la comuna de Alhué (EULA, 2004).

1.3.1 Sistema de “Prorratas”

Según lo estipulado por Magni *et al.* (2015), en el Fundo Los Hornos, localidad ubicada en la reserva, se encuentra funcionando un sistema denominado “Prorratas”, el cual consiste en el que cada persona registrada que posea animales de origen ganadero (vacuno, equino) debe realizar un pago de cuatro días de trabajo por animal al año. Los tipos de trabajos mencionados corresponden especialmente a construcción y mantenimiento de cercos para que el ganado no acceda a las propiedades aledañas. Por otra parte, se estima que el número de cabezas de ganado registradas en las fichas “prorrateras” es bastante mayor, pues en general las personas no declaran su ganado. La información a través de fichas “prorrateras” serán utilizadas para describir la masa ganadera del sector.

1.3.2 El efecto del ganado en los ecosistemas de la Reserva Natural Privada Altos de Cantillana

En este apartado se especificarán los efectos del ganado doméstico en los diversos ecosistemas y formaciones vegetales presentes en la RNPAC, extraído del plan de manejo elaborado por Cáceres *et al.* (s.a.).

a) Recurso hídrico

La ganadería ha tenido gran impacto en los cursos de agua pertenecientes a la reserva, como se mencionó anteriormente el pisoteo de los animales provoca erosión en los suelos, estimulando así la infiltración y la escorrentía superficial (Fanning, 1994). Importantes vías fluviales han tenido un aumento de la sedimentación, las cuales muchas abastecían de agua a la Laguna de Acúleo, incluso estas mismas acciones han provocado la disminución de las aguas subterráneas. Además, arrieros de la zona suelen dejar basura en cursos de agua importantes, provocando contaminación del recurso hídrico.

b) Bosque esclerófilo

El bosque esclerófilo se caracteriza por dominancia de especies de hojas duras, las cuales se pueden presentar como formaciones arbustivas o arborescentes (Donoso, 1981). En la reserva tal ecosistema se desarrolla en valles y laderas menos expuestas, entre los 360 a 1.600 msnm. El estrato arbóreo alcanza hasta un 90% de cobertura, dominado por *Cryptocarya alba*, *Peumus boldus*, *Lithrea caustica* y *Quillaja saponaria*. El bosque se ha visto degradado por la influencia ganadera, en donde los animales consumen las plántulas de las diversas especies, generan daño a nivel suelo y además abren nuevos senderos que posteriormente son utilizados por los visitantes, otra amenaza latente en la reserva.

c) Bosque de *Crinodendron patagua*

El Patagual, bosque dominado por *Crinodendron patagua*, contiene una superficie aproximadamente de 45 ha en la reserva, cuya área se ha visto en peligro por la influencia ganadera. El ganado impacta fuertemente en este bosque, ya que se encuentra el corral que es usado por los prorrateros, por ende, el tránsito de estos animales es frecuente. Por otra parte, los animales se encargan de depredar semillas, flores y tejido vegetativo de diversas especies, y además impactan el suelo y dispersan especies exóticas.

d) Formaciones de *Beilschmiedia miersii* (Gay) Kosterm.

La ganadería impacta fuertemente en formaciones de *Beilschmiedia miersii* (belloto del norte) ubicadas en la reserva, la especie se ha declarado Monumento Natural, mediante D.S. N°13/1995 (MINAGRI, 1995), y clasificada en la Categoría de Vulnerable, según D.S.

N°50/2008 (MINSEGPRES, 2008). El ganado promueve en la especie la disminución en el tamaño de las plantas, la sobrevivencia de las plántulas y la germinación.

e) Bosque Caducifolio

En las zonas altas de la reserva se encuentra el Bosque Caducifolio de Santiago, dominado por *Nothofagus macrocarpa*, situación que se encuentra amenazado por la ganadería estacional. Los animales domésticos localizados en esta situación impactan en el ecosistema mediante el pisoteo, dispersión de especies de plantas exóticas y por ramoneo. Estos animales afectan principalmente a las especies acompañantes, ya que alimentarse de robles puede ser dañino para su organismo. Dentro de las roblerías existen dormideros, en donde es posible encontrar una gran riqueza de especies exóticas y nula presencia de hojarasca.

f) Comunidades andinas

La ganadería tiene un fuerte impacto en las comunidades andinas de la reserva, cuyas formaciones son indispensables para el ecosistema, ya que proveen de múltiples servicios ecosistémicos, y además al estar ubicadas en la cabecera de las cuencas, tiene un rol importante en la provisión de agua. El impacto provocado por el ganado es realizado mediante el desplazamiento, particularmente de bovino, en donde promueven la compactación y la erosión del suelo.

1.4 Antecedentes generales de *Nothofagus macrocarpa*

Nothofagus macrocarpa (A.DC.) F.M Vásquez & R.A. Rodríguez, también conocido como “roble de Santiago”, “roble” y “roble Blanco”, especie más septentrional del género en América, se distribuye desde la Región de Valparaíso hasta la del Libertador Bernardo O’Higgins, las roblerías se ubican específicamente en la Cordillera de la Costa (entre los 32° y 35° lat. Sur) y también en los Andes argentinos, alcanzando solamente los 36° 50’ S (Chester, 2016; Saldías, 2011; Golowasch *et al.*, 1982; Amigo y Rodríguez-Gutián, 2011). En la actualidad la especie se encuentra en pequeñas poblaciones aisladas, específicamente en las siguientes localidades: Los cerros El Roble y La Campana, en los Altos de Chicauma, en los Altos de Cantillana, Cerros de Hueque, Talamí, Loncha, Cerro Pangalillo y en Sierras de Bellavista.

El “roble blanco” se ubica en los pisos bioclimáticos mesomediterráneo superior subhúmedo inferior hiperoceánico y supramediterráneo inferior subhúmedo superior y húmedo inferior oceánico (Luebert y Pliscoff, 2006). En las situaciones más septentrionales los bosques de *N. macrocarpa* presentan un patrón de precipitaciones subhúmedas, mientras que en las formaciones más australes (con altitudes de hasta 1.600 m) los registros corresponden claramente a un patrón de lluvia húmedo (por ejemplo, en la Reserva Natural Altos de Lircay)

(Amigo y Rodríguez-Guitián, 2011). Generalmente en las roblerías de Altos de Cantillana es posible apreciar nieve en la temporada invernal y puede mantenerse hasta la primavera dependiendo del nivel de precipitación ocurrida (Universidad de Chile, 2007).

El hábitat de la especie se encuentra entre los 800 y 2200 m.s.n.m, en exposición sur, condiciones de alta luminosidad y suelos húmedos, fértiles, pedregosos con buen drenaje y pH neutro (Riedemann y Aldunate, 2014; Gajardo, 2001; Ormazabal y Benoit, 1987). La especie se desarrolla acompañada de un estrato arbustivo, en donde destacan *Ribes punctatum*, *Berberis actinacantha*, *Calceolaria meyeniana*, *Azara petiolaris* y algunas especies esclerófilas, en el estrato herbáceo están *Adiantum sulphureum* y *Alstromeria zoellneri* (Luebert y Plissock, 2006). En los años donde se presentan otoños/inviernos lluviosos y primaveras/veranos con temperatura media bajo el promedio, serían las condiciones más favorables para el crecimiento radial de *Nothofagus macrocarpa*, inclusive en temporadas muy húmedas estimularía mayormente el establecimiento de la especie (Venegas-González *et al.*, 2018). Cabe destacar que la especie presente tiene una gran semejanza de crecimiento con *Nothofagus glauca*, esto se debe a la similitud que existe entre las condiciones ambientales que se desarrollan (Paratori, 2009). También es importante mencionar que la especie presenta tasas de crecimiento en diámetro y altura muy similares a *Nothofagus glauca* “hualo”, sin embargo, la productividad media en volumen de *Nothofagus macrocarpa* es inferior (Delgado, 2008).

El estado de conservación de *Nothofagus macrocarpa* en la Región de Valparaíso se encuentra “En peligro” y “Vulnerable” en las regiones Metropolitanas y del Libertador Bernardo O’Higgins respectivamente (Riedemann y Aldunate, 2014; Saldías, 2011; Gajardo, 2001). El “roble blanco” tiene poblaciones con características genéticas únicas, así como una estructura geográfica histórica significativa. La especie contiene poblaciones que son consideradas como “relictas”, este concepto se refiere principalmente a que el establecimiento sucedió bajo condiciones climáticas muy diferentes a las del presente, imposibilitando replicar este proceso en la actualidad. (Gajardo, 2001; Mathiasen *et al.*, 2020)

Actualmente, el cambio climático, expresado por la disminución de las precipitaciones y al mismo tiempo por el aumento de las temperaturas, ha estimulado la degradación de los bosques caducifolios mediterráneos, afectando significativamente en el crecimiento de *Nothofagus macrocarpa*, cuya especie tiene como requisitos condiciones húmedas, situación totalmente contraria a la entregada por el fenómeno ambiental (Donoso *et al.*, 2010; Riedemann y Aldunate, 2014). Respecto a la sequía, según el estudio realizado por Venegas-González *et al.* (2018) en donde entrega una visión ecológica sobre la sensibilidad de las poblaciones de *Nothofagus macrocarpa* a lo largo de toda su distribución geográfica, concluye que la especie en temporadas de sequía presenta un claro efecto negativo en el crecimiento radial, en el cual se ha acentuado desde 1980. También menciona que las poblaciones jóvenes y coetáneas (las ubicadas más al norte), son las más afectadas por la acción humana, y tienen una mayor sensibilidad a la variabilidad hídrica, en comparación a

las poblaciones localizadas en la Cordillera de los Andes y a las de las zonas altas de la Cordillera de la Costa.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Caracterizar el efecto del ganado sobre la vegetación de la roblería en la Reserva Natural Privada Altos de Cantillana, RM.

2.2 Objetivos específicos

- Describir la masa ganadera presente en el sector “Roblería Altos de Cantillana”.
- Describir la vegetación del sector “Roblería Altos de Cantillana”.
- Comparar y analizar la presencia de ganado entre zonas con y sin exclusión en el sector “Roblería Altos de Cantillana”.

3 MATERIALES Y MÉTODOS

La presente práctica titulada “Caracterización del efecto del ganado sobre la vegetación de la roblería en la Reserva Natural Privada Altos de Cantillana, RM”, se llevó a cabo durante los meses de septiembre a diciembre del año 2021.

3.1 Materiales

3.1.1 Caracterización del área de trabajo

La Reserva Natural Altos de Cantillana tiene una superficie aproximadamente de 12.000 ha, en donde abarca cierta sección del Cordón Cantillana, cuyo lugar ha sido clasificado y reconocido como sitio prioritario mediante la Resolución Exenta N° 585/05 (GORE RMS y SEREMI MMA RMS, 2013).

Respecto a las condiciones climáticas, la zona de la Reserva Natural Privada Altos de Cantillana pertenece al Distrito Agroclimático 65.3, de tipo templado mesotermal estenotérmico mediterráneo semiárido que se caracteriza por presentar temperaturas promedio del aire en el mes más cálido y frío de 27,7 °C (enero) y 4,7°C (julio), respectivamente; precipitaciones promedio anuales de 457 mm y humedad relativa del aire promedio anual del 77% (Santibáñez y Uribe, 1990).

La caracterización se realizó en las roblerías ubicadas en la Reserva Natural Privada Altos de Cantillana (33°51'11" S, 71°0'28" O), ubicada en la Comuna de Paine, en el suroeste de la Región Metropolitana (Figura 1).

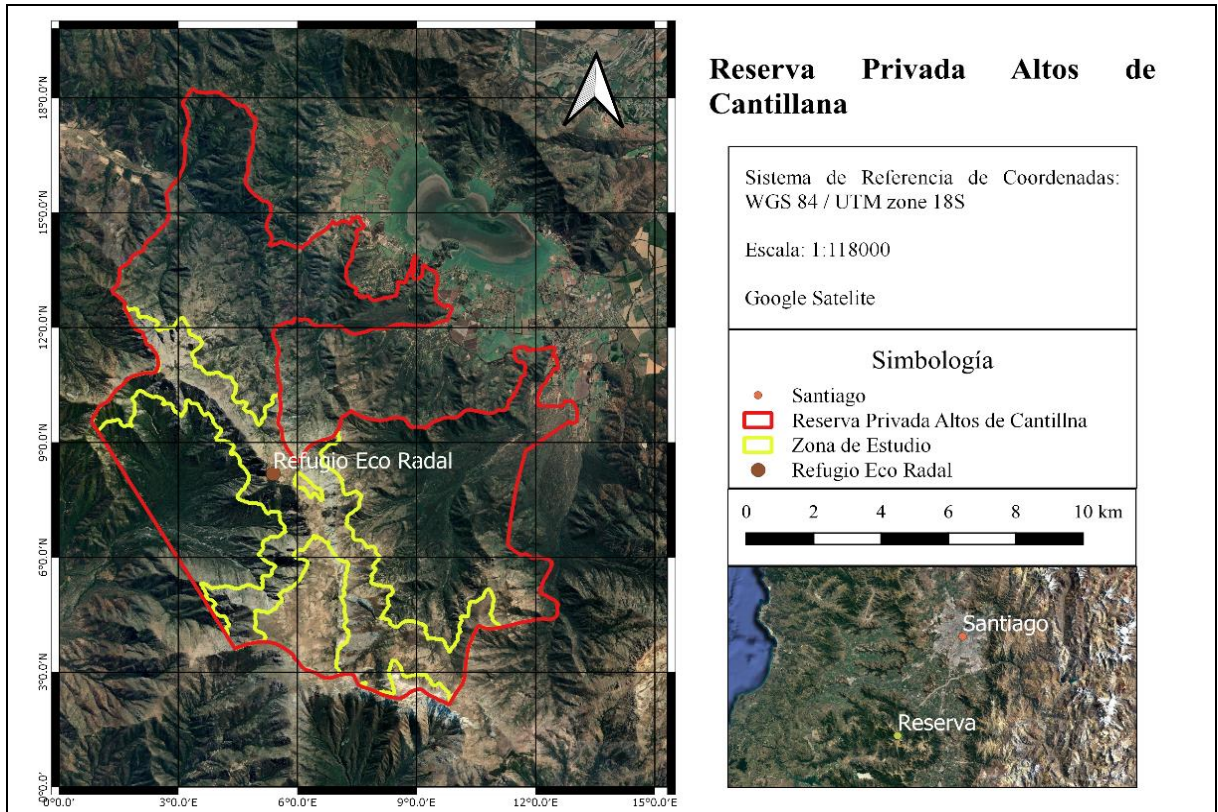


Figura 1. Ubicación geográfica y límites de la Reserva. Los límites de la reserva están en color rojo.

La roblería tiene una extensión de aproximadamente 848 hectáreas, cuya formación vegetal se caracteriza por ser un bosque monoespecífico de *Nothofagus macrocarpa*, y su desarrollo se establece en las cumbres del cordón Cantillana (1.550 a 2.050 msnm). Esta formación vegetal presenta una cobertura de 90% en su estrato arbóreo. El estrato arbustivo sobrepasa el 30% de cobertura en ciertas situaciones, en donde se presentan como especies dominantes *Berberis montana*, *Baccharis neaei* y *Senecio francisci*. También se presenta un sotobosque denso formado por ramas bajas y renuevos de *Nothofagus macrocarpa*. Presenta un estrato herbáceo diminuto que no supera el 25% de cobertura, esta formación vegetal está dominado por *Quinchamalium chilense* y *Cynoglossum creticum* (Cáceres *et al.*, s.a.). Respecto a la fauna es posible encontrar a *Spalacopus cyanus* roedor endémico de cuerpo robusto catalogado como en peligro de extinción (GEF, 2005; Oltremari *et al.*, 2009)

En los bosques de *N. macrocarpa*, se consideran dos sectores que cuentan tres años de exclusión del ganado doméstico: sector de praderas y el otro dentro del bosque de roble. Los siguientes pasos se aplicaron para estas condiciones, es decir en sectores excluidos y no excluidos.

3.2 Método

3.2.1 Descripción de la masa ganadera presente en el sector “Roblería Altos de Cantillana”

Para la descripción de la masa ganadera presente en el sector, se realizó un análisis de antecedentes del ganado en la reserva. La finalidad de realizar este análisis se centra en buscar las características del ganado presente (especies, hábitos alimenticios, entre otros) y consecuentemente descubrir algunos efectos que producen en la “roblería Altos de Cantillana”. Los antecedentes se adquirieron mediante material bibliográfica.

Por otro lado, para la descripción de la masa ganadera se realizó un análisis de fichas “prorrateras” y de ingreso. La ficha de “prorratas” se explicó en el apartado 1.3.1 y la ficha de ingresos es un registro del tipo de animal ganadero ingresado a la reserva, la cual expone características generales del animal, como edad y sexo. Este análisis se llevó a cabo mediante las fichas “prorrateras” de los años 2018, 2019 y 2021, y la ficha de ingreso del 2018, elaboradas por la reserva. Se evaluó tanto la abundancia de arrieros como la de animales declarados. También se identificaron las especies de ganado registradas. Para ello se confeccionaron gráficos de barras y cuadros informativos.

3.2.2 Descripción de la vegetación del sector “Roblería Altos de Cantillana”

Se efectuó una fotointerpretación mediante imágenes satelitales extraídas del software “Google Earth”, en donde se rodalizó el área de estudio en función a la cobertura y formaciones vegetales, a una escala 1:5.000. Posteriormente se generó una cartografía de la fotointerpretación y además se calcularon las superficies de los rodales generados para así realizar un análisis comparativo de las cifras obtenidas. Para ello se utilizó el software “QGIS3”.

3.2.3 Descripción de la vegetación por el método “Point transects”

El método “*Point transects*” (punto-transecto) consiste principalmente en la observación y registro de seres vivos (principalmente fauna) en un punto fijo durante un determinado tiempo. Es importante mencionar que las distancias se pueden registrar en términos de zonas concéntricas alrededor del punto o se puede medir o estimar la distancia exacta de cada ser vivo objetivo (Sutherland, 2006).

Para la presente actividad se seleccionaron tres situaciones del área de estudio, las cuales son: Situación 1: “Zona de exclusión de ganado”; Situación 2: “Las Hualtatas 1”; Situación 3: “Las Hualtatas 2” (estas dos últimas sin exclusión de ganado). En estas situaciones se

implementó el método “*Point transects*”. Para el levantamiento de datos, se realizaron transectos de 90 m de largo en cada situación, en donde cada 10 m se establecieron puntos de registros (incorporando al punto 0), obteniendo así diez puntos. En cada punto se estableció una zona concéntrica de registro de 5 m de radio. Es importante mencionar que la separación entre transectos fue de 11 metros, para así evitar el solapamiento o el sobre-registro.

En la situación 1 se realizaron 8 transectos con rumbo hacia el sur, resultando una superficie muestral de 6.930 m². En la situación 2 se realizaron 5 transectos con rumbo hacia el sur, resultando una superficie muestral de 3.960 m². Y, en la situación 3 se realizaron 5 transectos con rumbo hacia el sureste, este cambio se debe a que las condiciones de pendientes eran desfavorables hacia el sur, impidiendo el muestreo. La superficie muestral de la situación fue de 3.960 m².

a) Variables registradas

En los puntos de registros se efectuó una caracterización ecológica general y descripción de las principales variables que componen el ambiente, a través del método OIKOS (código básico de información ecológica), pues de acuerdo a Cubillos (1986), extraído de Medina (2010), se basa en la generación de categorías o rangos dentro de cada descriptor del medio. Por otro lado, también se registraron otras variables a nivel vegetacional, como son las especies y altura promedio de los tres estratos vegetacionales (arbóreo, arbustivo y herbáceo), el DAP (diámetro a la altura del pecho) de cada individuo del estrato arbóreo y la cuantificación de todos los individuos arbustivos. Mediante esta recolección de datos se realizará un análisis de datos cualitativos (frecuencia relativa porcentual), análisis estadísticos y cartografías representativas para así obtener una visión general de las tres situaciones en estudio.

b) Caracterización de puntos con presencia de regeneración por semillas

Por último, se realizó una caracterización ecológica general y descripción de las principales variables en los puntos en donde se encontró regeneración por semillas de la especie *N. macrocarpa*. Cabe destacar que esto se realizó a través del método OIKOS (código básico de información ecológica). Esto ayudará a conocer las situaciones favorables para el desarrollo de la regeneración de *N. macrocarpa*.

3.2.4 Comparación y análisis de la actividad ganadera entre zonas con y sin exclusión de ganado en el sector “Roblería Altos de Cantillana”

a) Variables de actividad ganadera

En primer lugar, para el desarrollo de este objetivo se registraron variables relacionadas a la actividad ganadera mediante el método “*Point transects*”. Tales variables son: presencia de huellas de ganado, plantas vegetales ramoneadas, especies invasores, densidad arbustiva y número de fecas. Estas variables fueron incorporadas al formulario OIKOS, en donde presencia y ausencia (ramoneo y huellas) se clasificó como 1 y 0 respectivamente. Por otra parte, el número de fecas se clasificó como: cero fecas (0), una a cuatro (1), cinco a siete (2) e igual o mayores a ocho (3). Respecto a la variable presencia de especies invasores, según el Plan de manejo de la RNPAC elaborado por Cáceres *et al* (s.a), expone que *Cynoglossum creticum* (especie exótica) es propagada principalmente por el ganado, por ende, en cada punto se tomó su registro. En cuanto a la variable densidad arbustiva, según Tasker y Bradstock (2006) afirma que el ganado puede simplificar la estructura del sotobosque, disminuyendo la abundancia de arbustos, aumentando la dominancia de hierbas y favoreciendo así la creación de un sotobosque menos estratificado y más abierto. Respecto a esto es que se consideró como una variable de la actividad ganadera.

b) Comparación de las variables de actividad ganadera por situación

Una vez registradas las variables de actividad ganadera de las tres situaciones de estudio, Situación 1: “Zona de exclusión de ganado”; Situación 2: “Hualtatas 1”; Situación 3: “Hualtatas 2”, se calcularon las frecuencias relativas porcentuales (Frp) de los puntos en donde se registraron las siguientes variables: ramoneo, fecas, huellas y especie invasora, para así conocer el porcentaje de puntos que presentaron indicios de actividad ganadera, y posteriormente comparar por situación (con y sin exclusión) y evaluar el efecto del ganado. Para la variable densidad arbustiva, se contó la cantidad de arbustos de cada punto en cada situación, obteniendo así abundancia arbustiva. Consecuentemente esta abundancia se extrapolo a la hectárea, obteniendo así la densidad arbustiva. Esta se comparó entre zonas con y sin exclusión, para así relacionar la vegetación arbustiva y la actividad ganadera del lugar. Por último, se elaboraron gráficos de barras para las variables: presencia de huellas, ramoneo, especies exóticas, densidad arbustiva y número de fecas. Mediante estas comparaciones se analizarán los posibles efectos del ganado en “Las roblerías” del sector y se pondrán en discusión con trabajos relacionados.

4 RESULTADOS ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

4.1 Descripción de la masa ganadera presente en el sector “Roblería Altos de Cantillana”

4.1.1 Antecedentes de la masa ganadera

Respecto a los estudios de EULA (2004), Magni *et al.* (2015), Cáceres *et al.* (s.a.) y GEF (2005) sobre la masa ganadera en el área de estudio, se explica lo siguiente:

En el sector “Roblería Altos de Cantillana” se desarrolla la crianza de ganado estacional, cuya actividad se realiza en sectores altos de la cadena montañosa entre los 1.600 y los 2.250 m.s.n.m., en donde es posible apreciar ganado dispersado por toda la zona, dependiendo de las condiciones de temperatura y precipitación. Cabe destacar que en esta situación predominan vacunos y caballares. Se estima que en época estival (octubre a marzo) se pueden encontrar aproximadamente 200 animales en el lugar. Respecto a los hábitos alimenticios de los animales, en estos sectores es posible encontrar formación vegetal ligada a la estepa andina, en donde crecen y se desarrollan hierbas estacionales altamente apetecibles.

Respecto al impacto del ganado en las roblerías, influye en la erosión de los suelos mediante el pisoteo, dispersión de especies de plantas exóticas, cuyas se aferran en su pelaje, y ramoneo, principalmente a especies acompañantes, ya que alimentarse de robles puede ser dañino para su organismo. Dentro de las roblerías existen dormideros, en donde es posible encontrar una gran riqueza de especies exóticas y nula presencia de hojarasca (Fanning, 1994; Cáceres *et al.*, s.a.)

4.1.2 Análisis de prorratas

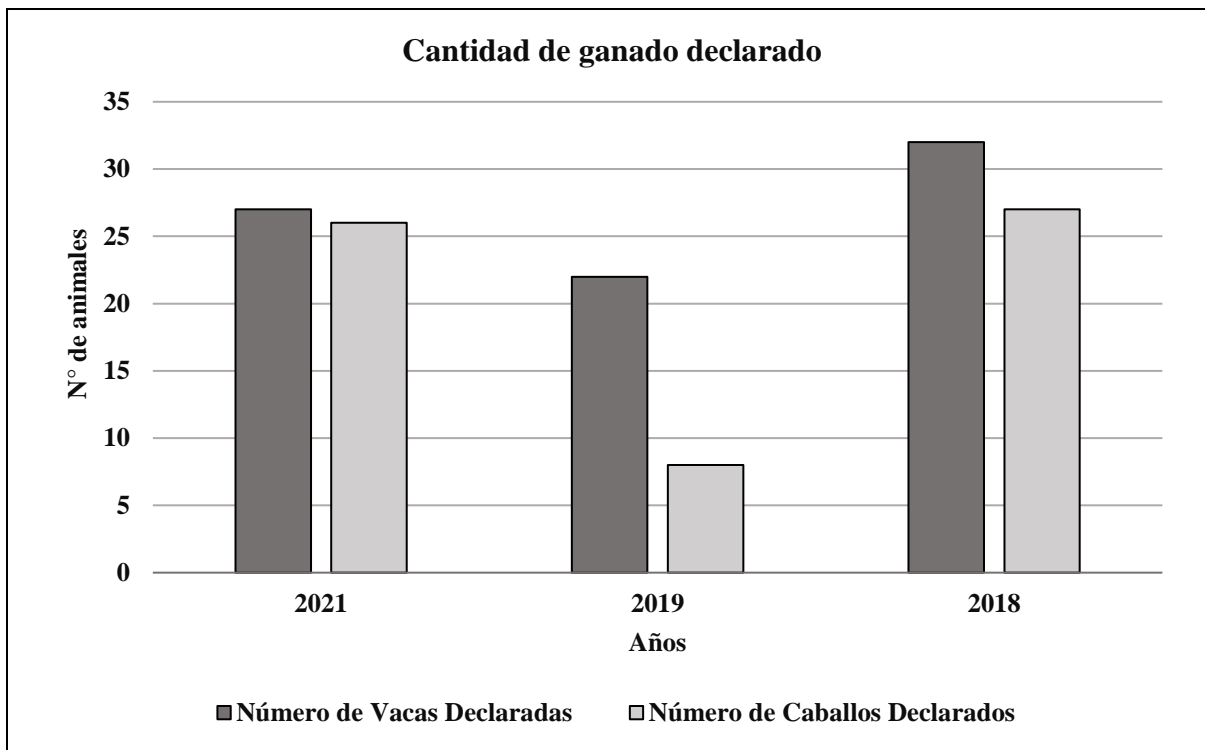


Figura 2. Cantidad de ganado declarado en el sector Los Hornos (RNPAC), en los años 2018, 2019 y 2021

Según la Figura 2 en el año 2018 se declararon un total de 59 cabezas de ganado, en donde un 54% pertenece a vacas y un 46% a caballos. En el año 2019 se declaró un total de 30 cabezas de ganado, en donde un 73% corresponde a vacas y un 27% a caballos. Por último, en el año 2021, se declararon un total de 53 cabezas de ganado, en donde un 51% corresponde a vacas y un 49% a caballos. Es importante mencionar que los arrieros declararon perros durante estos años, sin embargo, estos no fueron considerados por no ser datos relevantes para el informe de práctica.

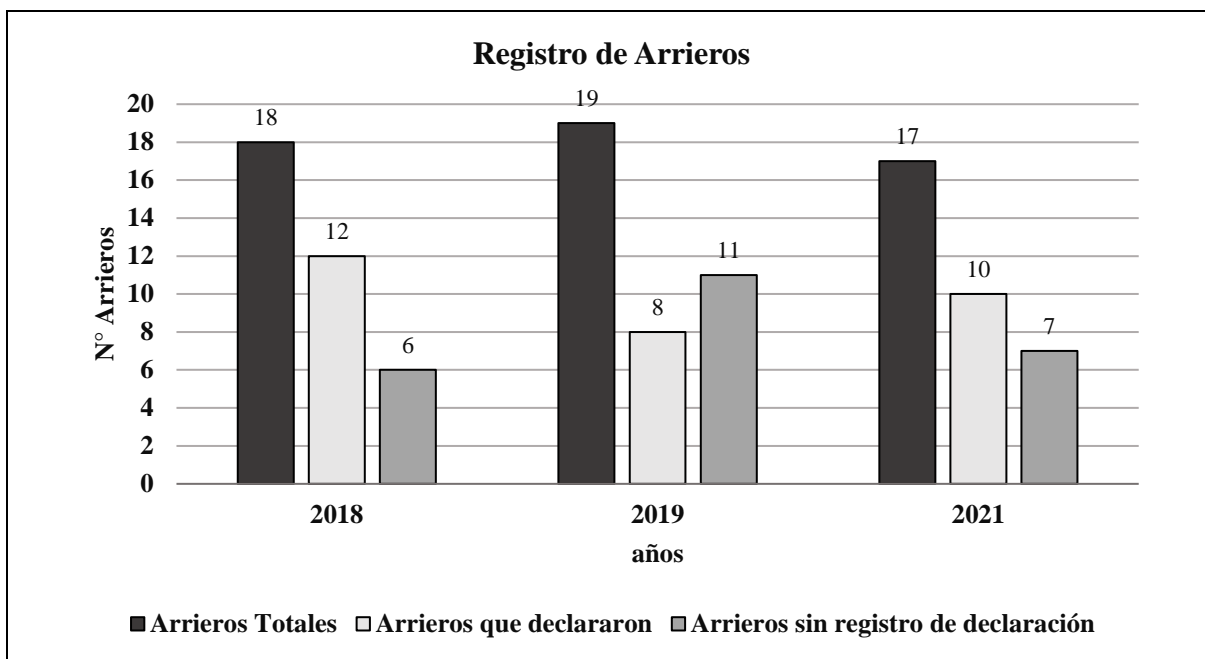


Figura 3. Registro del número de arrieros en el sector los Hornos, RNPAC.

Respecto a la Figura 3, indica los arrieros totales, los que no declararon su ganado y los que no presentaron registros de declaración. En el año 2018 aproximadamente un 66% declararon su ganado, en el 2019 un 42% y en el 2021 un 59%. Respecto al número de arrieros totales registrados, no ha variado significativamente los últimos años.

Cuadro 1. Clasificación del ganado ingresado en la RNPAC

Animal	Clasificación	Sexo	Rango de Edad
Bovino	Vaca	hembra	2 a 10 años
	Vaquilla	hembra	2 a 3 años
	Tenera	hembra	6 meses a 2 años
	Toro	macho	1,5 años a 3 años
	Ternero	hembra	5 meses a 1 año
Equino	Caballo	macho	sin registro
	Yegua	hembra	sin registro
	Potranca	hembra	sin registro

Fuente: (Fichas de ingresos de animales de la RNPAC, 2018).

En cuanto al Cuadro 1, expone el ganado bovino y equino ingresado en la reserva en el año 2018. El ganado bovino registrado se clasifica en “ternero”, “toro”, “vaca”, “tenera” y “vaquilla”, y presentan un rango de edad entre los 5 meses y 10 años. Respecto al ganado equino, se clasifican en “caballo”, “yegua” y “potranca”, y respecto al rango de edad no existen datos.

De acuerdo con los resultados arrojados por las fichas de prorratas, en 2021 expone una totalidad de 53 cabezas de ganado y solamente un 59% de los arrieros declararon. Esto indicaría que la cantidad de animales es mucho mayor, confirmando lo mencionado por Magni *et al.*, (2015), que en general las personas no declaran su ganado (Figura 3). Otra problemática que impide saber la cantidad de cabezas de ganado exacta es que, según Cáceres *et al.* (s.a.), muchos arrieros y sus animales ingresan a la reserva de forma ilegal, particularmente en lugares donde no hay vigilancia (sector de Pichi, en la comuna de Alhué).

4.2 Descripción de la vegetación del sector “Roblería Altos de Cantillana”

4.2.1 Fotointerpretación del sector “Roblería Altos de Cantillana”

A continuación, se presentará una figura que expresará un mapa con la zona de interés ya rodalizada en función a estructura y cobertura vegetal. Posteriormente se presentarán tablas de superficies relacionadas a tal rodalización.

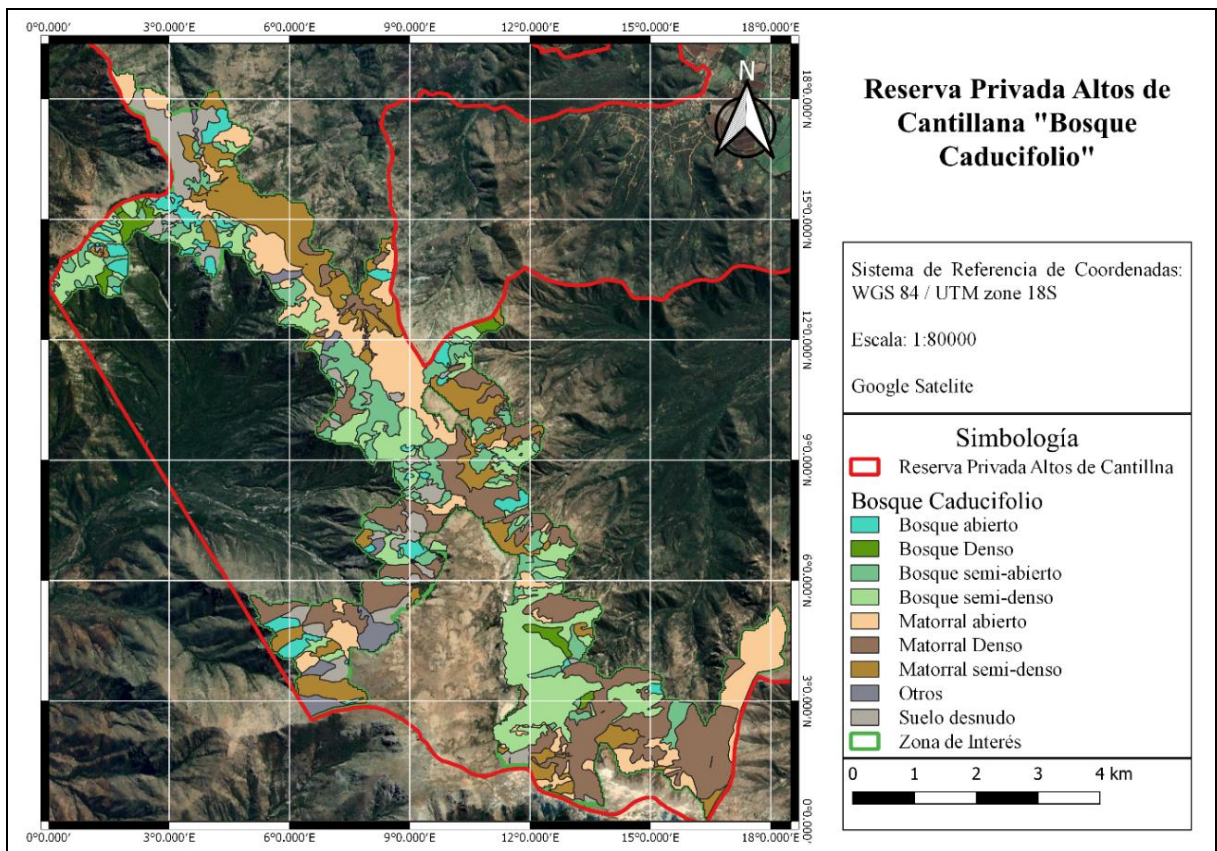


Figura 4. Ubicación geográfica de la zona de interés (Roblería Altos de Cantillana) y límites de la Reserva.

Cuadro 2. Superficies de las formaciones vegetales presentes en la zona de estudio.

Estructura	Superficie (ha)	Porcentaje del área de interés (%)
Matorral	2.283,05	60,82
Bosques	1.117,75	29,78
Otros	352,865	9,4
Total	3.753,66	100

Respecto al Cuadro 2, es posible apreciar las formaciones vegetales presentes en la zona de estudio y su respectiva superficie. Respecto a los matorrales, representan aproximadamente un 61% de todo el sector, mientras que los bosques alrededor de un 30% y el otro 9% corresponde a suelo desnudo, afloramiento rocoso, entre otros.

Cuadro 3. Superficies de las coberturas vegetacionales presentes en la zona de estudio.

Cobertura	Superficie (ha)	Porcentaje del área de interés (%)
Matorral semi-denso	683,43	18,21
Matorral Denso	1.001,44	26,68
Matorral abierto	598,18	15,94
Bosque Denso	52,69	1,4
Bosque semi-denso	567,22	15,11
Bosque abierto	151,05	4,02
Bosque semi-abierto	346,79	9,24
Suelo desnudo	272,07	7,25
Otros	80,79	2,15
Total	3.753,66	100

Respecto al Cuadro N°3, la zona de estudio tiene una superficie aproximadamente de 3.750 ha, en donde un 27% de esta área corresponde a “matorral denso”, la formación vegetal más extensa en comparación a las otras. Por otro lado, respecto a los bosques, el “bosque semi-denso” predomina en un 15%. Es importante señalar que en la zona de estudio solamente un 1,4% corresponde a “bosque denso”.

De acuerdo con el informe de ordenamiento territorial realizado en el Cordón de Cantillana por EULA (2004), es posible encontrar dos tipos de matorrales en esta situación, el matorral esclerófilo sub-andino, cuya formación se ubica en la parte este del cordón montañoso de Cantillana, las especies predominantes son *Kageneckia angustifolia*, *Colliguaja integerrima* y *Puya coerulea*. Por otro lado, está la Estepa alto andina, cuya formación se caracteriza por matorrales menores a 50 cm de altura, donde predominan especies como *Chuquiraga*

oppositifolia (“hierba blanca”), *Mulinum spinosum* (neneo), *Anarthrophyllum cumingii* (“pichi-romero falso”) y *Laretia acaulis* (“llareta de Santiago”). En relación con los bosques pertenecientes a esta zona corresponde principalmente a bosque Caducifolio, en donde predomina la especie *Nothofagus macrocarpa*.

4.2.2 Descripción de la vegetación por el método “Point transects”

En el presente apartado se describirá la vegetación e información ecológica relevante de los tres sectores estudiados.

a) Situación 1 “Zona de Exclusión de Ganado”

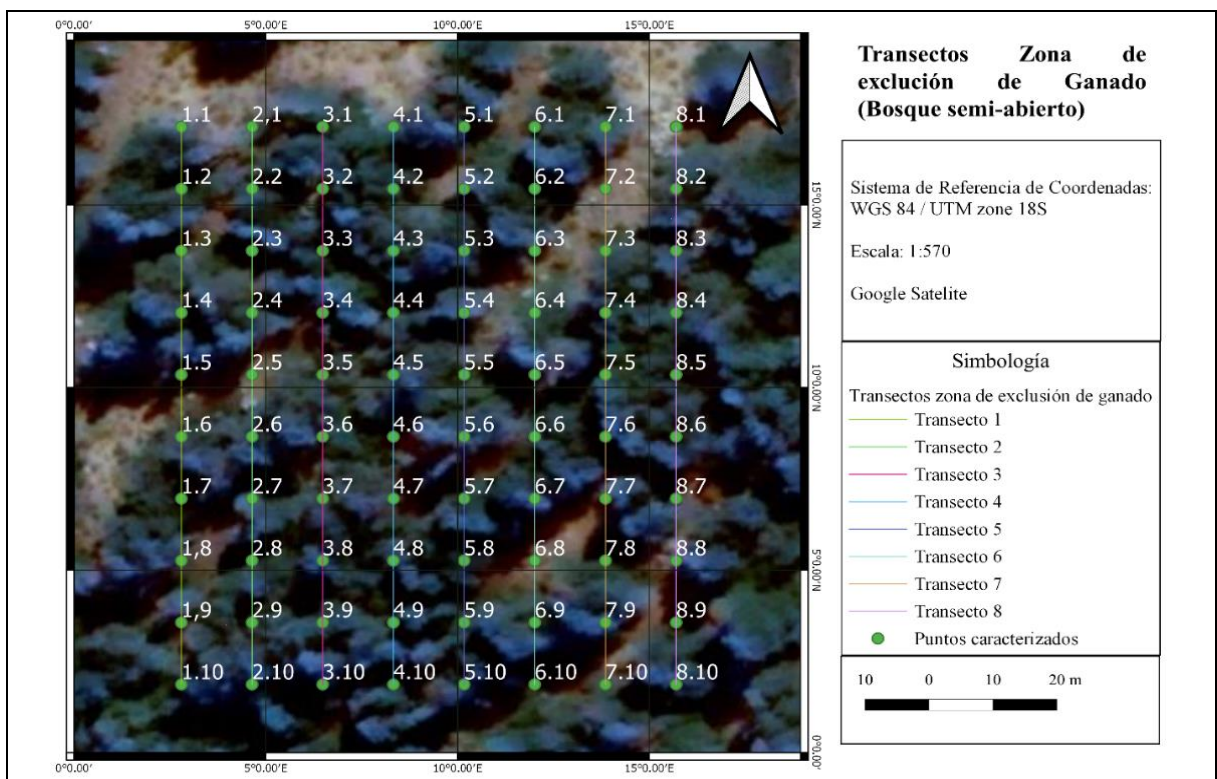


Figura 5. Puntos y transectos realizados en la situación 1 “Zona de Exclusión de Ganado”.

La situación 1 “Zona de exclusión de ganado” perteneciente a un “Bosque semi-abierto” con una cobertura vegetal entre 5 a 25%, se encuentra en altos de ladera con una altitud entre los 2000 y 2500 m.s.n.m., en donde predomina la exposición sur. Presenta una pendiente irregular que va desde los 5 a 15% de inclinación, con una longitud de 20 a 50 m. A nivel suelo superficial, contiene características francas con una textura Franco Arenoso (Fa), y la pedregosidad superficial va desde 5 a 25 %. La erosión se caracteriza por ser ligera, en donde son muchos los factores que pueden incidir en ella (geológicos, antrópicos y fauna).

En esta situación se registró un estrato arbóreo cuya altura promedio es de 9,2 m, presentando un rango de alturas desde 1,7 m hasta 24,6 m y presenta un área basal de 22,54 m²/ha. Respecto al estrato arbustivo y herbáceo, se obtuvieron alturas promedio de 2,27 m y 15,31 cm respectivamente.

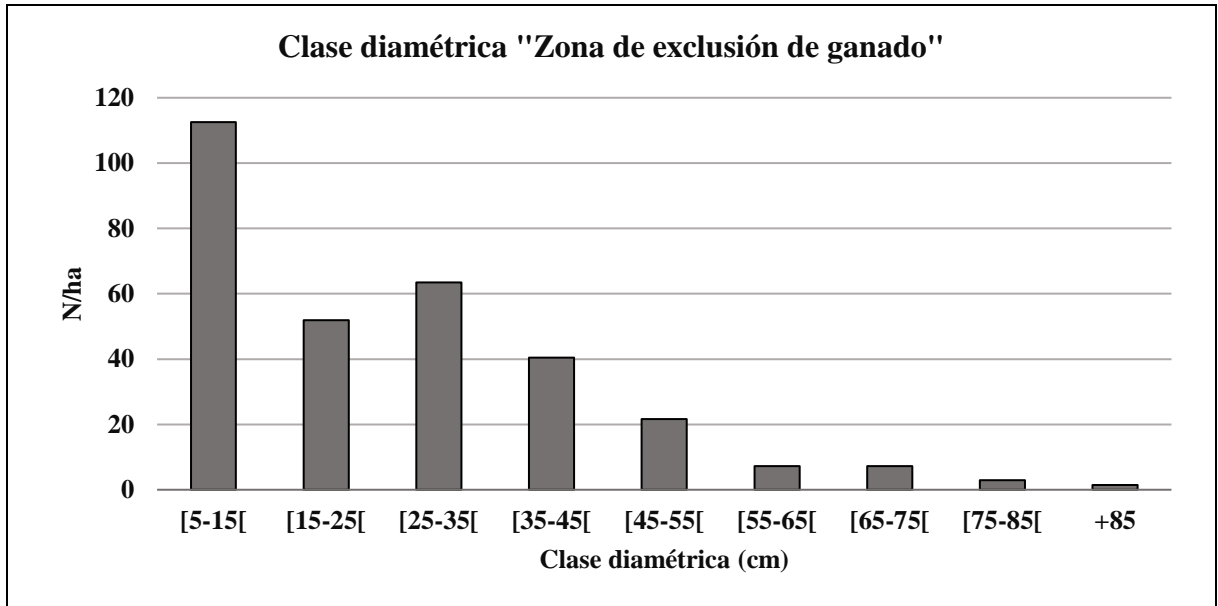


Figura 6. Distribución de las clases diamétricas del estrato arbóreo perteneciente a la Situación 1.

En la Figura 6 es posible mencionar que hay una concentración significativa de individuos en la clase diamétricas [5-15[(cm), representando un 36% aproximadamente de los individuos. Le sigue la clase diamétricas [25-35[(cm), con un 20%. Respecto a esto, es posible indicar que la situación 1 pertenece a un bosque con una gran concentración de individuos jóvenes, sin embargo, con presencia significativa de individuos muy maduros, cuyos DAP alcanzan hasta los 90 cm. Indicando un posible bosque maduro.

Respecto a las especies vegetales presentes en la situación 1. En el estrato arbóreo se observó una dominancia de la especie *Nothofagus macrocarpa* ("Roble blanco") y como acompañante en ciertas ocasiones *Schinus montanus* ("litrecillo"). Por otra parte, en el estrato arbustivo se observaron las siguientes especies: *Anarthrophyllum cummingi*, *Berberis empetrifolia*, *Baccharis macraei*, *Berberis montana*, *Baccharis vernalis*, *Chuquiraga oppositifolia*, *Ribes trilobum*, *Solanum crispum*, *Senecio francisci* y *Schinus montanus*. Por último, en el estrato herbáceo se presenciaron especies como *Calceolaria cana*, *Cynoglossum creticum*, *Caiophora silvestris*, *Microsteris gracilis*, *Olsynium junceum* y *Alstromeria sp.*

En cuanto a las observaciones registradas en la situación, en la gran cantidad de los puntos se presenciaron “curureras”, madrigueras elaboradas por la especie *Spalacopus cyanus* “cururo”. Se encontraron rocas de gran magnitud, presencia de necromasa, gran cantidad de hojarasca y regeneración de *N. macrocarpa* solo por rebrote. Se presenciaron de fecas de ganado. Cabe destacar que se apreció una zona de enganche para caballos.

b) Situación 2 “Las Hualtatas 1”

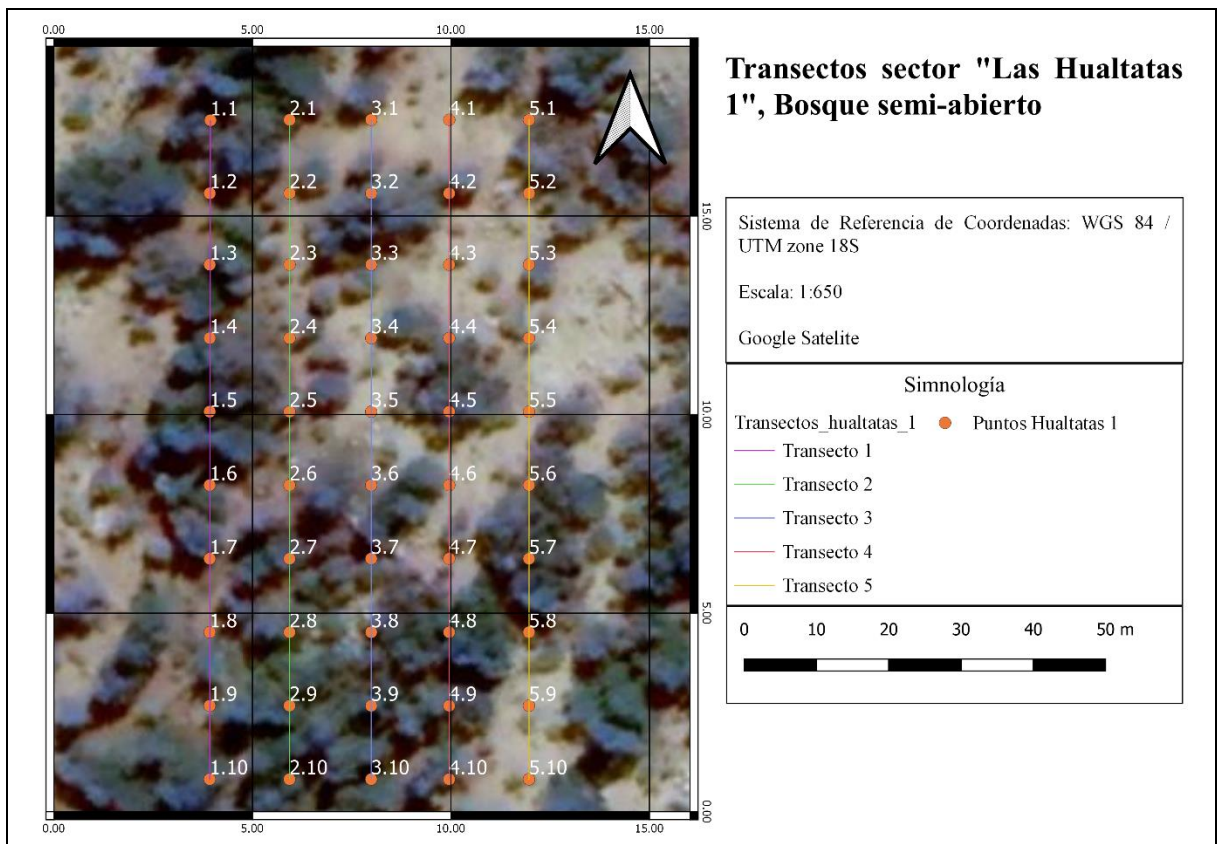


Figura 7. Los puntos-transectos realizados en la situación 2 “Las Hualtatas 1”.

La situación 2 “Las Hualtatas 1” perteneciente a un “Bosque semi-abierto”, con una cobertura vegetal entre 1 a 5%, se encuentra en altos de ladera con una altitud entre los 2000 y 2500 m.s.n.m, en donde predomina la exposición suroeste. Presenta una pendiente de forma irregular que va desde los 5 a 15% de inclinación, con una longitud de 50 a 100 metros. A nivel de suelo superficial, contiene un suelo franco con una textura Franco Arenoso (Fa), y con una pedregosidad superficial que va desde 1 a 5 %. La erosión se caracteriza por ser moderada, en donde son muchos los factores que pueden incidir en ella (geológicos, antrópicos y fauna).

En la presente situación se registró un estrato arbóreo cuya altura promedio es de 3,9 m, con un rango de alturas que van desde los 1,78 m hasta los 11,2 m y presenta un área basal de

7,06 m²/ha. Respecto al estrato arbustivo y herbáceo, se obtuvieron alturas promedio de 2,45 m y 11,31cm respectivamente.

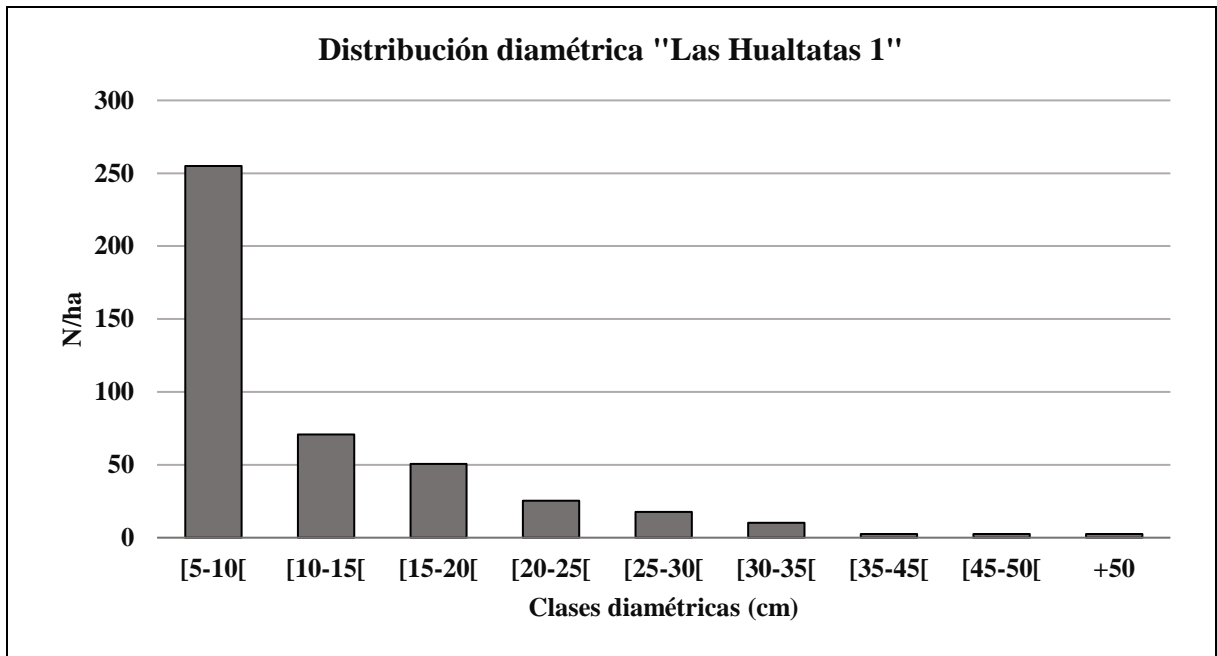


Figura 8. Distribución de las clases diamétricas del estrato arbóreo perteneciente a la Situación 2 “Las Hualtatas 1”.

En la figura N°8 es posible mencionar que hay una concentración significativa de individuos en la clase diamétricas [5-10 cm [, representando un 58% aproximadamente. Le sigue la clase diamétricas [10-15 cm [, representando un 16% aproximadamente. Respecto a esto, es posible indicar que la situación 2 pertenece a un bosque con una gran concentración de individuos jóvenes, donde no hay individuos considerados como muy maduros. Se podría indicar que es una situación de renoval.

El sector “Las Hualtatas 1”, presenta un estrato arbóreo en donde predomina la especie *Nothofagus macrocarpa* (“Roble blanco”), que se encuentra acompañado por un estrato arbustivo que contiene las siguientes especies: *Anarthrophyllum cummingi*, *Berberis empetrifolia*, *Baccharis macraei*, *Berberis montana*, *Baccharis vernalis*, *Senecio francisci* y *Schinus montanus*. Por otro lado, en el estrato herbáceo se presenciaron las siguientes especies: *Calandrina affinis*, *Cynoglossum creticum*, *Caiophora silvestris* *Microsteris gracilis*, *Olsynium junceum* y *Alstromeria sp.*

En cuanto a las observaciones registradas en la situación, se presenció una cantidad considerable de individuos de *N. macrocarpa* que presentaron abundantes vástagos y regeneración por rebrote y semilla (Figura 11). Gran parte del suelo se encontraba desnudo. Se presenciaron tocones de *N. macrocarpa* quemados, esto se debe a que en la situación

ocurrió un evento incendiario. Se logró apreciar ramoneos en algunos individuos de *N. macrocarpa*. Se presenció fecas de ganado y ramoneo.

c) Situación 3 “Las Hualtatas 2”

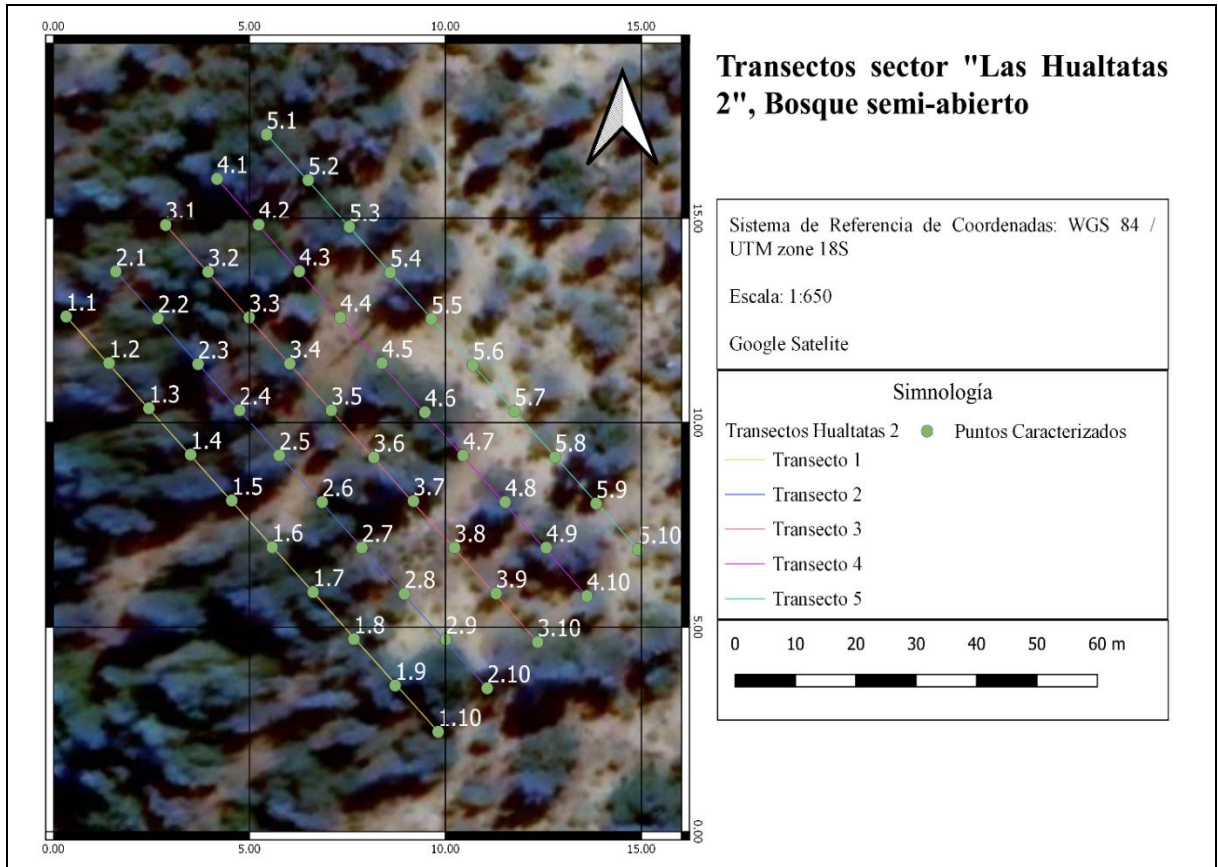


Figura 9. Puntos y transectos realizados en la situación 3 “Las Hualtatas 2”.

La situación 3 “Las Hualtatas 2” perteneciente a un “Bosque semi-abierto”, con una cobertura vegetal entre 5 a 25%, se encuentra en altos de ladera en una altitud entre los 2000 y 2500 m.s.n.m., en donde predomina la exposición Suroeste. Presenta una pendiente que va desde los 5 a 15% de inclinación, con una longitud de 20 a 50 m de forma irregular. A nivel de suelo superficial, contiene un suelo franco con una textura Franco Arenoso (Fa), y la pedregosidad superficial va desde 1 a 5 %. La erosión se caracteriza por ser moderada, en donde son muchos los factores que pueden incidir en ella (geológicos, antrópicos y fauna).

En la presente situación se registró un estrato arbóreo cuya altura promedio fue de 3,9 m, en donde los individuos registraron alturas desde los 1,78 m hasta los 11,2 m. Contiene un área basal de 22,52 m²/ha. Respecto al estrato arbustivo y herbáceo, se obtuvieron alturas promedio de 2,45 m y 11,31 cm respectivamente.

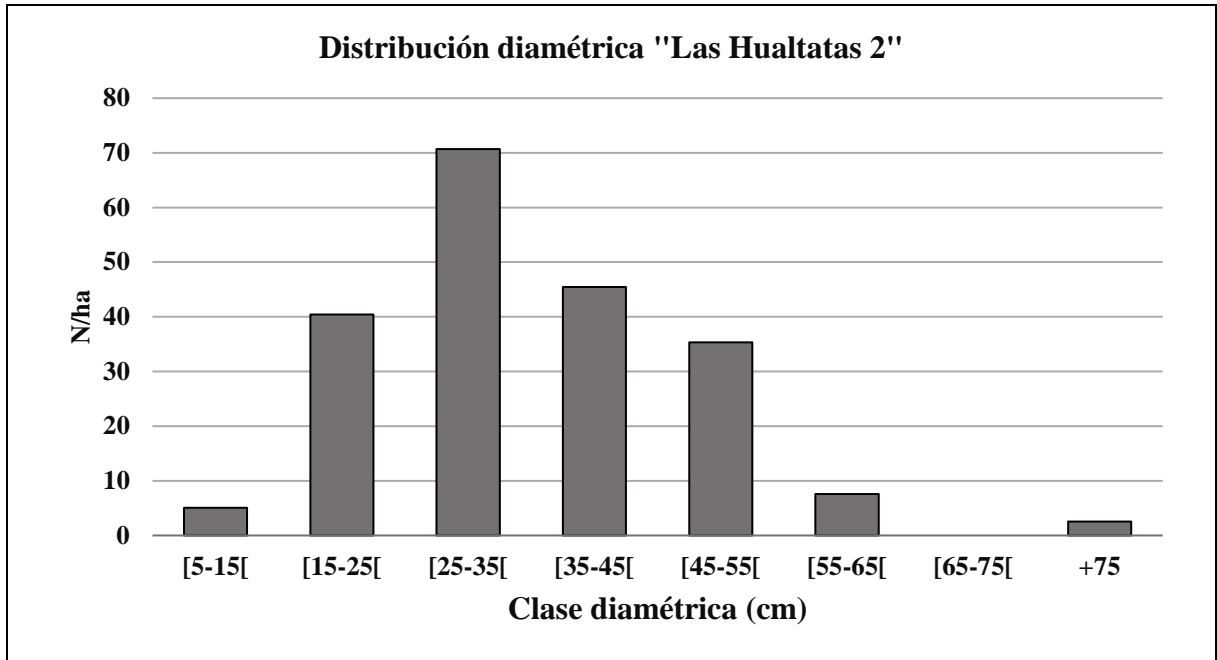


Figura 10. Distribución de las clases diamétricas del estrato arbóreo perteneciente a la Situación 3.

En la figura N°10 es posible mencionar que hay una concentración significativa de individuos en la clase diamétricas [25-35 cm [, la cual representa aproximadamente un 34% de los individuos registrados. Le sigue la clase diamétricas [35-45 cm [, representando un 22% aproximadamente. Respecto a esto, es posible indicar que la situación 3 pertenece a un bosque con una gran concentración de individuos de edad media, sin embargo, fue posible identificar un ejemplar maduro de aproximadamente 97 cm de DAP. Indicando un posible bosque maduro.

El sector “Las Hualtatas 2”, presenta un estrato arbóreo en donde predomina la especie *Nothofagus macrocarpa* (“Roble blanco”), que se encuentra acompañado por un estrato arbustivo que contiene las siguientes especies: *Berberis montana*, *Baccharis vernalis*, *Chuquiraga oppositifolia*, *Solanum crispum*, *Senecio eruciformis*, *Senecio francisci*, *Schinus montanus*. Por otro lado, en el estrato herbáceo se presenciaron las siguientes especies: *Calandrinia affinis*, *Chenopodium sp*, *Cynoglossum creticum*, *Caiophora silvestris* *Microsteris gracilis*, *Zoellnerallium andinum*, *Olsynium junceum* y *Alstromeria sp*.

En cuanto a las observaciones registradas en la situación, se destaca una gran cantidad de regeneración por semilla de la especie *N. macrocarpa*. En cuanto a lo estipulado por Cáceres *et al.* (s.a.), en donde comentaba que el ganado no consumía individuos de *N. macrocarpa*, pues podría ser tóxico para su organismo, se observó una gran cantidad de fecas y ramoneo en individuos jóvenes de *N. macrocarpa* en la situación (Figura 11). Algunos individuos de *N. macrocarpa* se encontraban con la corteza dañada, indicando que pudo ser producto del

ganado o por arrieros. Se presenciaron individuos muertos en pie y algunas madrigueras de *S. cyanus*.



Figura 11. Ramoneo de ganado a individuos de *N. macrocarpa* (renovales).

d) Descripción general de las situaciones

Respecto a las tres situaciones caracterizadas en torno a su ecológica general y las principales variables que componen su ambiente, se puede indicar lo siguiente: Las situaciones corresponden al Bosque Caducifolio de Santiago (Gajardo, 1994), clasificado como “bosque semi-abierto”, ubicado en altos de ladera con una altitud entre los 2000 y 2500 m.s.n.m. Presentan pendientes irregulares que van desde los 5 a 15% de inclinación. A nivel suelo superficial, contiene características francas con una textura Franco Arenoso (Fa).

Es posible apreciar formaciones boscosas maduras y algunos parches en formas de renovales. La comunidad general de las situaciones se caracteriza por una dominancia de *N. macrocarpa*, acompañado de un estrato arbustivo con presencia de *Berberis montana*, *Baccharis vernalis*, *Senecio francisci* y *Schinus montanus*. Un estrato herbáceo caracterizado por *Caiophora silvestris*, *Microsteris gracilis*, *Olsynium junceum*, *Cynoglossum creticum* y *Alstromeria sp.* Respecto a las observaciones de campo, se destacó presencia de hojarasca, necromasa y presencia de actividad ganadera.

e) Regeneración de *Nothofagus macrocarpa* en el sector “Roblería Altos de Cantillana”

En este apartado se describe las condiciones ambientales de los puntos en donde se encontró regeneración perteneciente a la especie *N. macrocarpa*.

En primer lugar, es importante mencionar que en la situación 1 “Zona de exclusión de ganado” no se observó regeneración por semillas, solamente por tocón.

Respecto a la situación 2 “Hualtatas 1”, solamente en el punto 5 del transecto 2 (Figura N°7) se pudo observar regeneración de semillas, en donde las plántulas crecían y se desarrollaban desde unas rocas (Figura N°12). Respecto a las variables ambientales del punto consiste en un bosque que se encuentra en altos de ladera en una altitud entre los 2000 y 2500 m.s.n.m., en donde predomina la exposición Suroeste. Presenta una pendiente que va desde los 5 a 15% de inclinación, con una longitud de 20 a 50 m de forma irregular. A nivel de suelo superficial, contiene un suelo franco con una textura Franco Arenoso (Fa), y la pedregosidad superficial va desde 5 a 25 %. La erosión se caracteriza por ser ligera, en donde son muchos los factores que pueden incidir en ella (geológicos, antrópicos y fauna). Cabe destacar que este bosque presenta una cobertura vegetal que va desde un 5 a 25 %. Por último, algunas observaciones destacadas del punto son: tocones aparentemente quemados, abundante hojarasca e individuos vigorosos y maduros de *N. macrocarpa*.

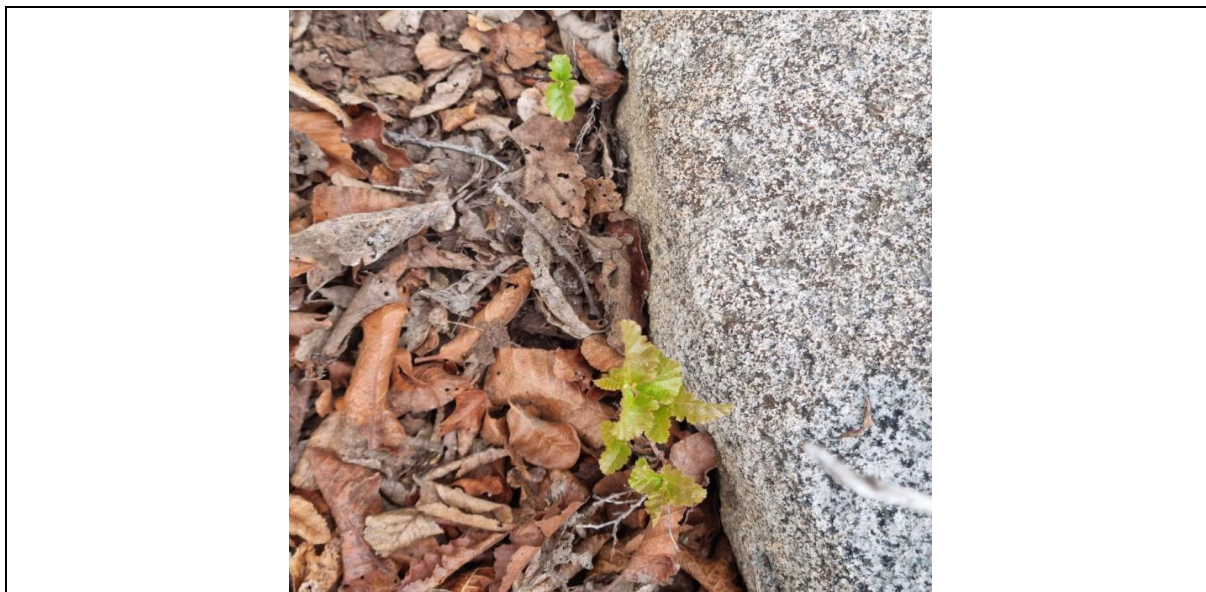


Figura 12. Regeneración de *Nothofagus macrocarpa* ubicada en la Situación 2 “Las Hualtatas 1”

De acuerdo con la situación 3 “Hualtatas 2”, en varios puntos registrados (10) se observó regeneración de *Nothofagus macrocarpa* (Figura N°13). Las variables ambientales generales de estos puntos son: un bosque en altos de ladera con una altitud entre los 2000 y 2500

m.s.n.m., en donde predomina la exposición Suroeste. Presenta una pendiente irregular que va desde los 0 a 5% de inclinación, con una longitud de 20 a 50 m. A nivel de suelo superficial, contiene un suelo franco con una textura Franco Arenoso (Fa), y la pedregosidad superficial va desde 1 a 5 %. La erosión se caracteriza por ser moderada, en donde se desconocen los factores que la provoca. La vegetación presenta una cobertura que va desde un 25 a 50 %. Por último, algunas observaciones destacadas de los puntos son: presencia de hojarasca, necromasa y presencia de individuos vigorosos y maduros de *N. macrocarpa*.



Figura 13. Regeneración de *N. macrocarpa* ubicada en la Situación 3 "Las Hualtatas 2"

Respecto a la nula regeneración de la situación 1, se podría explicar por la alta presencia de *S. cyanus*, pues según Oltremari *et al.* (2009), indican que una alta actividad del roedor, estimula la horadación del terreno, formando numerosas cuevas y galerías que se desploman al caminar sobre ellas, situación que coincide con una nula regeneración, existiendo sólo plantas de *N. macrocarpa* jóvenes en malas condiciones sanitarias. Por otro lado, esto también se explicaría mediante el estudio de Venegas-González *et al.* (2018), en donde menciona que partir de la década de 1980 la temperatura se ha incrementado respecto de las décadas anteriores, coincidiendo con menores tasas de establecimiento de árboles, añadiendo que el Santuario de la Naturaleza Altos Cantillana tiene un establecimiento asociado a décadas húmedas. Esto indicaría que el aumento de las temperaturas y posterior sequía, ha inhibido el establecimiento de *N. macrocarpa* en los sectores menos húmedos.

4.3 Comparación y análisis de la actividad ganadera entre zonas con y sin exclusión de ganado en el sector “Roblería Altos de Cantillana”

En esta sección se compararán y analizarán la actividad ganadera de las tres situaciones descritas en el punto 4.1.2 (con y sin exclusión).

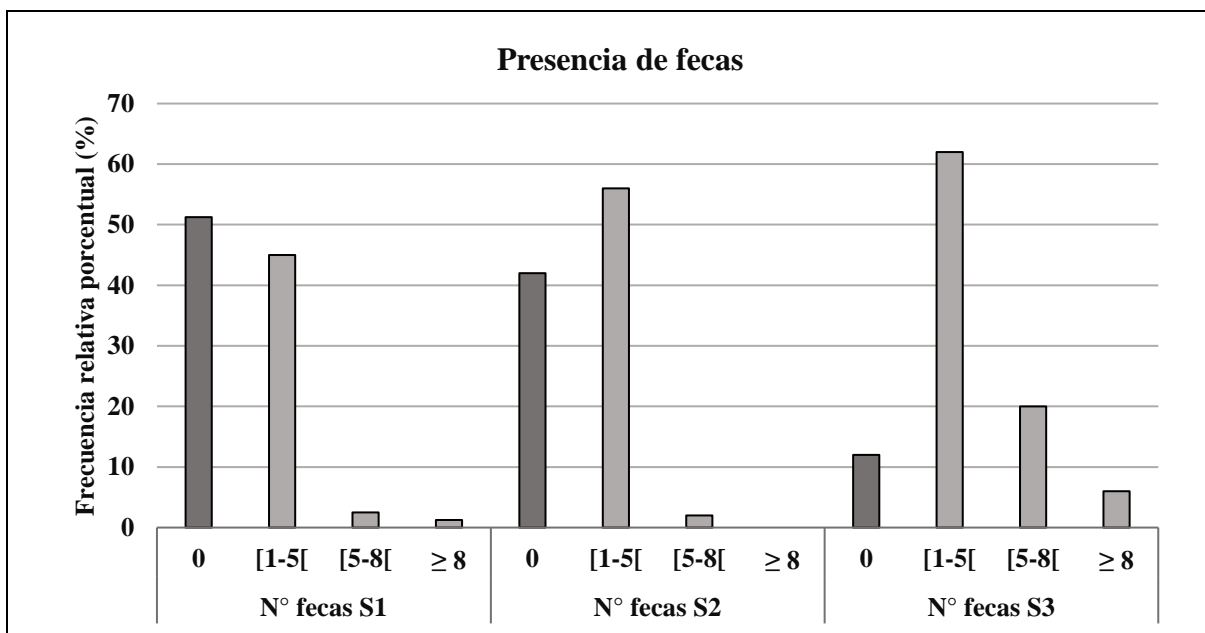


Figura 14. Presencia de fecas de ganado en los puntos de las situaciones estudiadas.

Respecto a la Figura 14, se permite observar que en la situación 1 (con exclusión) aproximadamente un 51% de los puntos registrados no presentaron fecas y un 45% presentaron entre una y cuatro fecas. En la situación 2 (sin exclusión), un 42% no presenciaron fecas y un 56% presentaron entre una y cuatro fecas. En la situación 3 (sin exclusión), un 12% de los puntos registrados no presentaron fecas, un 62% presentaron entre uno y cuatro fecas, y un 20% entre cinco a siete fecas. Mediante estos resultados es posible indicar que hay una mayor presencia de ganado en la situación 3 (sin exclusión), ya que en la mayor cantidad de puntos registrados se presenciaron fecas.

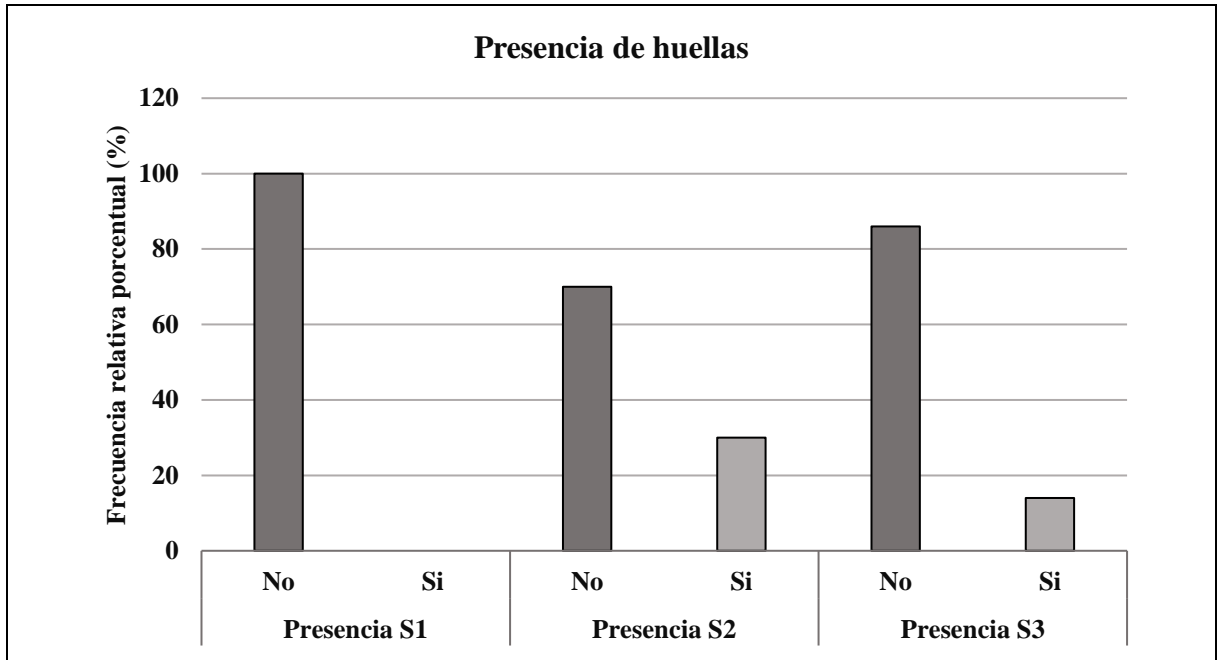


Figura 15. Presencia de huellas de ganado en los puntos de las situaciones estudiadas.

De acuerdo con la Figura 15, es posible observar que en la situación 1 (con exclusión) no se presenciaron indicios de huella de ganado en ningún punto de registro. En la situación 2 (sin exclusión), un 30% de los puntos se presenciaron huellas. En cuanto a la situación 3 (sin exclusión), un 14% de los puntos se registraron huellas de ganado. Respecto a estos resultados es posible indicar que existe un mayor tránsito de ganado en la situación 2 (sin exclusión).

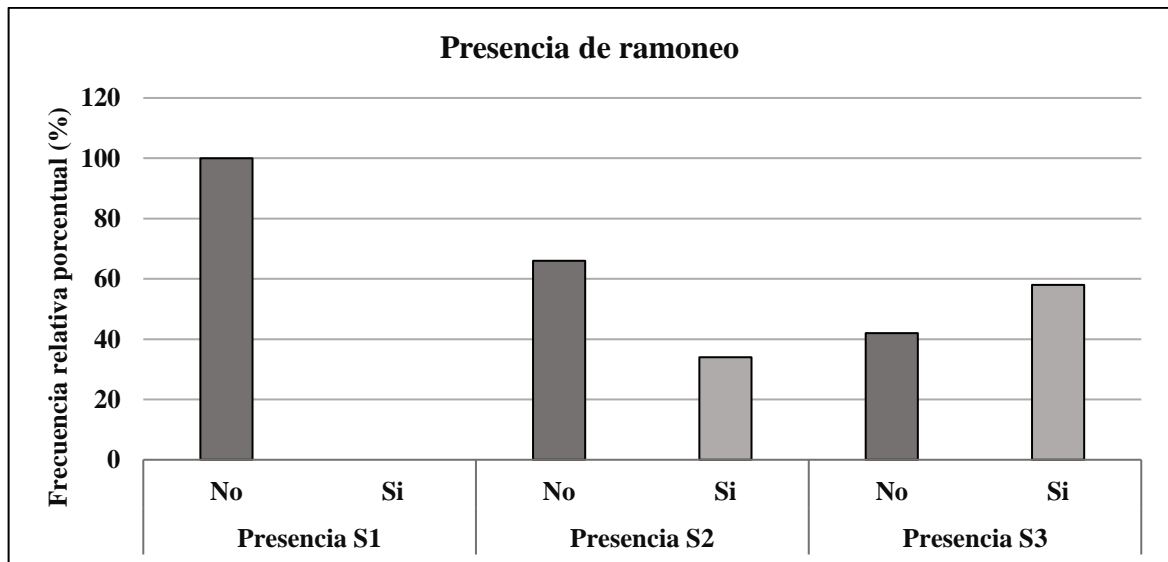


Figura 16. Presencia de ramoneo de ganado en los puntos de las situaciones estudiadas.

Respecto a la figura 16, se observa que en la situación 1 (con exclusión), no se presencié ramoneo en los puntos registrados. En la situación 2 (sin exclusión) un 34% de los puntos se presencié ramoneo. En cuanto a la situación 3 (sin exclusión) un 58% de los puntos se observó ramoneo de ganado. Respecto a estos resultados es posible indicar que el ganado tiene un mayor impacto en la vegetación de la situación 3.

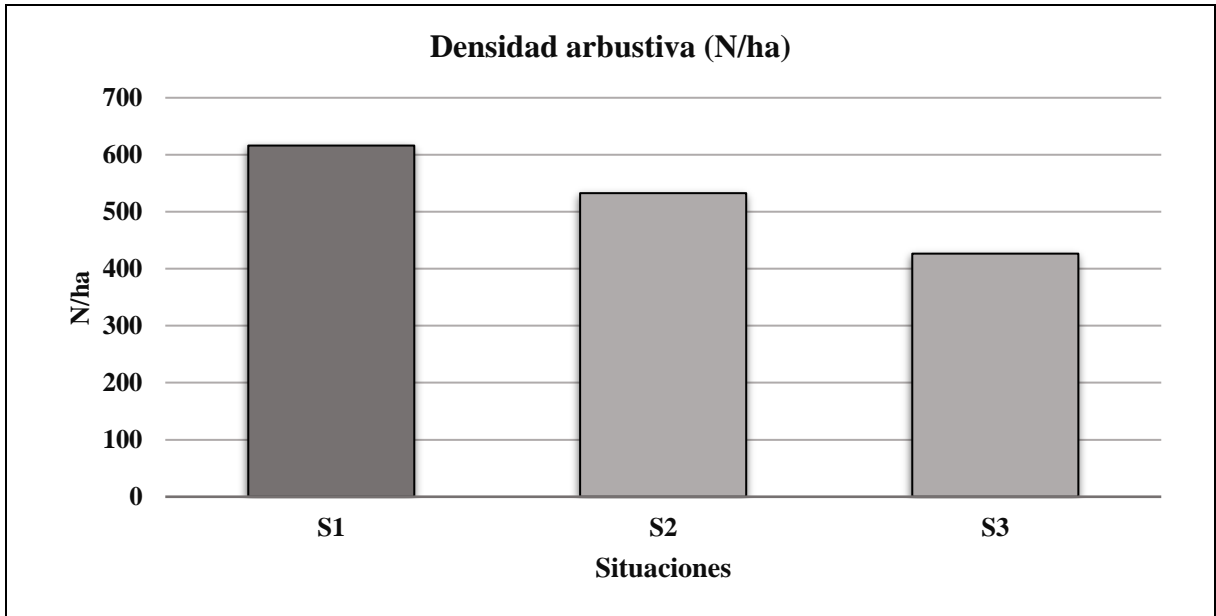


Figura 17. Densidad arbustiva de las situaciones descritas.

De acuerdo a la Figura 17, se permite observar las densidades arbustivas de las tres situaciones descritas. Cabe destacar que se presencié una mayor densidad dentro del cerco de exclusión (S1), específicamente 616 individuos por hectárea. Mientras que en la situación 3 “Las Hualtatas 2” presento una densidad de 427 N/ha, la menor en comparación a las otras situaciones.

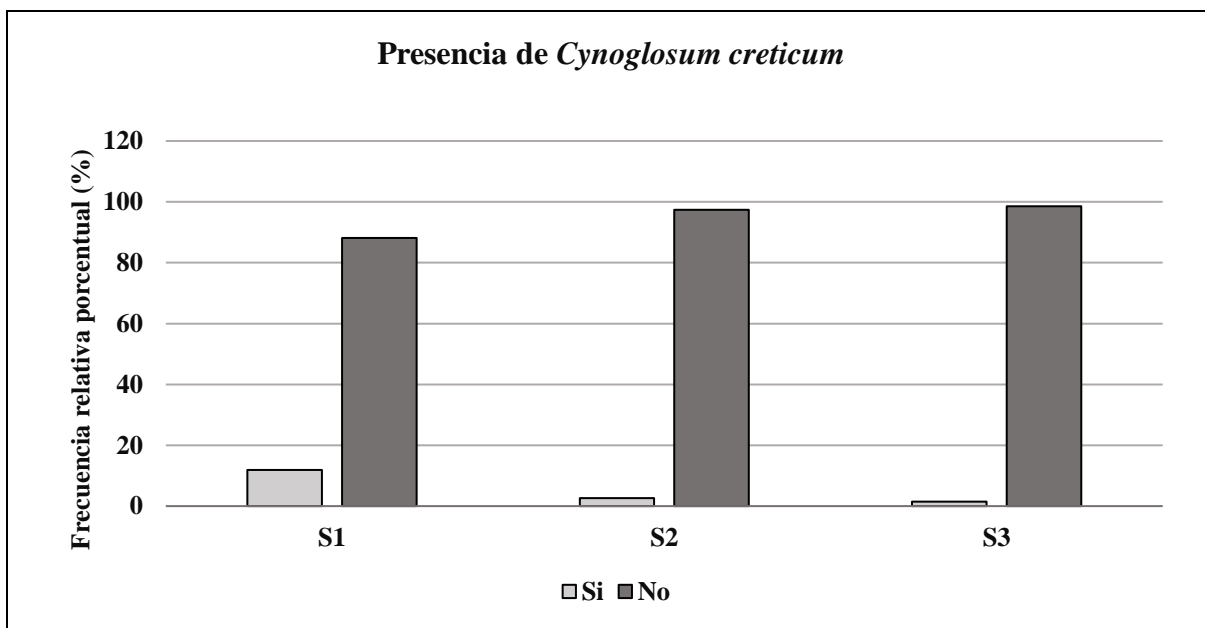


Figura 18. Presencia de la especie exótica *Cynoglossum creticum* en los puntos de registros de cada situación.

Respecto a la figura N° 18, expone la abundancia de la especie exótica *Cynoglossum creticum*, que es propagada por el ganado. En cuanto a esto se puede indicar que en la situación 1 (con exclusión) hay una mayor abundancia de la especie *Cynoglossum creticum* en comparación a las otras dos situaciones sin exclusión de ganado.

En relación a los resultados arrojados de las tres situaciones en función a las variables de actividad ganadera, es posible afirmar que la situación 3 (sin exclusión) es el más impactada por el ganado, ya que presentó la mayor intensidad de ramoneo en individuos jóvenes de *N. macrocarpa*, la mayor abundancia de fecas, la menor densidad arbustiva en comparación a las otras situaciones y presencia de huellas.

Teniendo en consideración la situación 3 y la abundancia de individuos de *N. macrocarpa* ramoneados. El estudio de Salinas *et al.* (2017) sobre la compatibilización del uso forestal y ganadero en un marco de manejo silvopastoral sustentable de bosques ñirre (*Nothofagus antarctica* (G.Forst)), se registraron individuos jóvenes de ñirre ramoneados, condición parecida al del presente informe, y se explicó que tal impacto impediría el posterior desarrollo de los individuos. De acuerdo con el estudio de Echevarría *et al.* (2014) en donde se estudió el efecto del ramoneo bovino en renovales de *Nothofagus antártica*, se indicó que, en situaciones con una alta carga ganadera, condiciona una regeneración sometida por el ramoneo, con renovales bajos y arbustizados presentando menores tasas de crecimiento. Por otra parte, el trabajo de Quinteros (2018) estudió las propiedades ecosistémicas de bosques de *Nothofagus pumilio* afectadas por diferente intensidad de uso ganadero, concluyendo que la actividad ganadera afecta los renovales de *N. pumilio*, mediante el ramoneo. Entonces esto indicaría que el ganado, mediante el ramoneo, podría afectar la condición futura del bosque

de robles del sector, en donde se vería mermada la sobrevivencia, desarrollo y crecimiento de los renovales.

En cuanto a la baja densidad arbustiva obtenida en la situación 3 (sin exclusión), Tasker y Bradstock (2006) estudiaron la influencia de las prácticas de pastoreo en la estructura del sotobosque forestal y concluyeron que los sitios pastoreados se caracterizaron por no ser complejos a nivel vegetacional, presentando un estrato arbustivo reducido o ausente, y un sotobosque abierto, simplificado y con mayor abundancia de herbáceas en comparación con los sitios sin pastoreo. Según Brown, y Malizia (2004) esta simplificación estructural de la vegetación del sotobosque se debe al ramoneo y pisoteo del ganado.

De acuerdo a las implicancias de un sotobosque simple en la fauna, McShea, *et al.* (2000) determinó que la abundancia de aves depende de la densidad y diversidad de la vegetación del sotobosque, las cuales se relacionan con la densidad de venados (ganado silvestre), un aumento en la densidad de estos animales podría simplificar la vegetación del sotobosque (hábitat de varias aves), provocando una baja en la abundancia de aves. Por otro lado, Rusch *et al.* (2019) menciona que la ganadería extensiva en bosques podría haber disminuido el área de distribución del pudú (*Pudu pudu*), en particular por su impacto directo sobre el sotobosque, dado que esta especie requiere de un sotobosque denso.

Respecto a los resultados de la especie exótica e invasora propagada por el ganado, *Cynoglossum creticum*, se podría indicar que la situación 1 hace más de tres años (instalación del cerco de exclusión), tenía un fuerte impacto por actividad ganadera, pues según Romero (2022) esta zona era considerada una situación de campamento, en donde los arrieros amarraban sus caballos en los robles. Esto indicaría que aún no ha pasado el tiempo necesario para observar cambios en torno a la composición de especies dentro del cerco. Esto se explica mediante el estudio de Trigo *et al.* (2020), en donde se evaluó el efecto de la exclusión de ganado, cuyo cerco lleva instalado un periodo de 7-9 años, en donde la estructura vegetal no mostró grandes cambios al excluir el ganado. Por ende, la variable, especie exótica, no es significativa para el presente informe.

4.3.1 Observaciones de campo relacionadas con el ganado

Respecto a las observaciones de campo es importante destacar la presencia de madrigueras de *S. cyanus* (cururo), pues en el cerco de exclusión se pudo observar una abundancia significativa de galerías activas, en comparación, la situación 2 (sin exclusión) no se logró avistar ninguna galería activa, mientras que, en la situación 3 (sin exclusión) se presencié, pero no significativamente. El “Informe de seguimiento de variables ambientales: Fauna silvestre- especie cururo” de la Central Hidroeléctrica El Paso (2016), descubrió que el abandono de madrigueras por roedores epigiales se debe a una combinación de dos factores, la disminución del aporte hídrico y la invasión permanente por ganado bovino y equino, durante la época estival, pues estos animales condicionaban la extinción de la vegetación

herbácea, considerada como principal fuente de alimento para roedores. Esto podría indicar que el ganado influye en la presencia de *S. cyanus*.

5 SUGERENCIAS Y RECOMENDACIONES

Respecto a la práctica profesional realizada, se recomienda aumentar las zonas de exclusión de ganado u otras opciones de protección, particularmente en la situación 3 “las Hualtatas 2”, pues se encontró abundante regeneración de *N. macrocarpa* y además es una zona con gran impacto ganadero, pues se halló abundancia de fecas y ramoneo significativas.

Se observó que en el área de estudio los días sábado y domingo la presencia de arrieros (acompañados de perros zorreros) aumentaba considerablemente, en donde en muchas ocasiones era difícil realizar el registro o impedir su acceso a la reserva. Una sugerencia a esta problemática sería aumentar el personal tales días en el refugio “Eco Radal” ubicado en los altos de Cantillana, para incrementar el registro y control. Otra opción, podría ser la instalación de un nuevo refugio en el sector de “Las Maderas”, cuyo lugar (roblerías) es muy concurrido por arrieros y visitantes ilegales (en motos), en donde esta opción ayudaría en el control, vigilancia y el acceso de visitantes ilegales.

En la presente práctica se descubrió que el ganado se alimentaba principalmente de hierbas estacionales y también se observaron individuos jóvenes de *N. macrocarpa* ramoneados, sin embargo, no se encontraron antecedentes ni datos sobre las preferencias alimenticias del ganado en el sector “Roblería Altos de Cantillana”. Respecto a esto es recomendable gestionar trabajos sobre este ámbito para conocer la distribución del animal (radio collares), o, la realización de un análisis microhistológico de fecas.

Por último, se indicó en el informe que el ganado podría influenciar en la presencia de *S. cyanus* (cururo), siendo interesante explorar la opción de realizar estudios específicos de tal interacción, pues la especie forma parte del ecosistema boscoso (roblerías).

6 CONCLUSIONES

La masa ganadera del sector es catalogada como ganadería estacional, en donde las especies de animales principales son caballares y vacunos. Es posible concluir que es difícil cuantificar las cabezas de ganado existentes, debido a que existen dos situaciones: (1) no todas las personas registradas en el sistema de prorratas declaran su ganado y (2) existe ingreso de ganado no autorizado a la reserva, precisamente en lugares donde no hay vigilancia.

La vegetación de las “roblerías Altos de Cantillana”, si bien se mencionó que es afectada por la actividad ganadera, el cambio climático ha tomado un rol importante en tal acción. Esto se refleja en la baja capacidad de establecimiento y un efecto negativo en el crecimiento radial de individuos de *N. macrocarpa*. También se podría evidenciar en la baja superficie de bosques “densos”. Por ello es importante garantizar su preservación.

En cuanto a las comparaciones entre las zonas con y sin exclusión de la actividad ganadera, se puede concluir que el ganado impacta en los renovales de las roblerías mediante el ramoneo, esto influiría en su desarrollo, pues presentarían deformaciones importantes a futuro. Cabe destacar que las situaciones más afectadas coinciden con una abundancia de fecas y por lo tanto se podría relacionar con una mayor intensidad de actividad ganadera. Por otra parte, la acción del ganado estimularía la reducción de la densidad arbustiva de las roblerías, condicionando un sotobosque más simple, abierto y con dominancia de herbáceas. Por último, respecto a *Cynoglossum creticum*, especie exótica propagada por el ganado, los resultados no fueron los esperados, pues el cerco de exclusión lleva instalado un tiempo muy acotado para observar variaciones en la composición de especies, por ende, la variable no fue significativa.

7 BIBLIOGRAFÍA

Amigo, J. y Rodríguez-Gutián, M. A. 2011. Bioclimatic and phytosociological diagnosis of the species of the *Nothofagus* genus (*Nothofagaceae*) in South America. *International Journal of Geobotanical Research* 1(1): 1-20.

Arce, M. 2009. Modelo determinístico del efecto de destrucción del hábitat y de cambios de temperatura en metapoblaciones. Tesis presentada para optar al título de Magister de la Universidad de Buenos Aires, Área Biometría. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. 55p.

Arroyave M., Gómez, C., Gutiérrez, M., Múnera, D., Zapata, P., Vergara, C., Andrade, L. y Ramos, K. 2006. Impactos de las carreteras sobre la fauna silvestre y sus principales medidas de manejo. *EIA*. (5): 45-57.

Augustine, D. J. y S. J. McNaughton. 1998. Ungulate effects on the functional species composition of plant communities: herbivore selectivity and plant tolerance. *The Journal of Wildlife Management* 62(4): 1165-1183.

Bennett, A. F. 2004. Enlazando el paisaje: El papel de los corredores y la conectividad en la conservación de la vida silvestre. UICN- Unión mundial para la Naturaleza. San José. Costa Rica. 278p.

Blondel, M. y Fernández, I. 2012. Efectos de la fragmentación del paisaje en el tamaño y frecuencia de incendios forestales en la zona central de Chile. *Revista Conservación Ambiental* 2(1): 7-16.

Bullock, J. 2006. Plants. En: *Ecological Census Techniques a handbook* , Second Edition. Cambridge University Press. pp 189-193.

Cáceres, N., Concha, C., Romero, F. y Silva, D. [s.a.]. Plan de manejo de la Reserva Natural Privada Altos de Cantillana. Corporación altos de Cantillana. 94p.

Challenger, A. 2001. Estrategias para la conservación de ecosistemas. *Gaceta Ecológica*, (61):22-29.

Chester, S. 2016. Flora y fauna de Chile, Guía de identificación. Santiago, Chile. Lynx Edicions. Travel Books. 390p.

Cruz, G. y Schmidt, H. 2007. Silvicultura de Bosque Nativo. En: DE LA MAZA, C., HERNÁNDEZ, J. Y ESTADES, C. 2007. Biodiversidad: Manejo y conservación de los recursos forestales. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. Editorial Universitaria. Santiago. pp. 279-307.

Cubillos, V. 1986. Análisis de Tres Métodos para el Estudio de la Vegetación. Memoria Ingeniería Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile. 146 p.

De Villalobos, A. 2013. El sobrepastoreo del ganado doméstico como disparador de la arbustización'. *BioScriba* 6(1): 51–57.

Delgado, C. 2008. Crecimiento de un Bosque Secundario de *Nothofagus macrocarpa*, en el Cerro el Roble, Región Metropolitana. Memoria para optar al Título Profesional de Ingeniero Forestal. Santiago, Chile. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. 38p.

Donoso, C. 1981. Tipos forestales de los bosques nativos de Chile. Santiago, Chile. CONAF-FAO. 70p.

Donoso, S., Peña-Rojas, K., Riquelme, A., Delgado C. y Paratori, M. 2010. Above-ground biomass accumulation and growth in a marginal *Nothofagus macrocarpa* forest in Central Chile. Santiago, Chile. *Universidad de Chile* 35(1): 65-69.

Doria J. 2010. Generalidades Sobre Las Semillas: Su Producción, Conservación Y Almacenamiento. *Cultiv Trop.* 31(1):74-85.

Echevarría, D., Von Muller, A., Hansen N. y Bava, J. 2014. Efecto del ramoneo bovino en renovales de *Nothofagus antarctica* en Chubut, Argentina, en relación con la carga ganadera y la altura de las plantas. *Bosque (Valdivia)* 35(3): 353-368.

EULA-Chile. 2004. Establecimiento de un Ordenamiento Territorial orientado a la protección y uso sustentable del área del Cordón de Cantillana. Informe Final. Centro EULA-Chile, Universidad de Concepción. Chile. 213p.

Fanning, P. 1994. Long-term contemporary erosion rates in an arid rangelands environment in western New South Wales, Australia. *Journal of Arid Environments.* 28(3): 173-187.

Fleischner, T. L. 1994. Ecological Costs of Livestock Grazing in Western North America. *Conservation Biology.* 8(3): 629–644.

Frank, D. A., Inouye R. S., Huntly N., Minshall G. W. y J. E. Anderson. 1994. The biogeochemistry of a north-temperate grassland with native ungulates—Nitrogen dynamics in Yellowstone National Park. *Biogeochemistry* 26: 163-188.

Gajardo R. 2001. Antecedentes sobre el «roble de Santiago» o «roble blanco» (*Nothofagus macrocarpa*) y sus problemas de conservación. *Revista Bosque Nativo* (28): 3-7.

Gajardo, R. 1994. La vegetación natural de Chile: Clasificación y distribución geográfica. Santiago, Editorial Universitaria. 165p.

Garfias R., Castillo M., Ruiz F., Vita A., Bown H., Navarro R. 2018. Remanentes del bosque esclerófilo en la zona mediterránea de Chile central: caracterización y distribución de fragmentos', *Interciencia*, 43(9): 655–663.

Global Environment Facility (GEF) 2005. Biodiversity Conservation in Altos de Cantillana. Chile. Project Proposal. 162p.

Golowasch J., Kalin, M., Villagrán, C. y Armesto. J. 1982. Características Ficha demográficas de una población de *Nothofagus obliqua* (MIRB.) BLUME var. *macrocarpa* DC. en el Cerro El Roble (33° lat. S) en Chile. Boletín del Museo de Historia Natural 39: 37-44.

GORE-RMS y SEREMI MMA RMS. 2013. Estrategia Regional para la Conservación de la Biodiversidad en la Región Metropolitana de Santiago 2015-2025. Gobierno Regional Metropolitano de Santiago y Secretaría Regional Ministerial del Ministerio del Medio Ambiente, Región Metropolitana de Santiago. Licitación 1261-3- LP12/2012. 145p.

Gréz, I. 2020. Gestión silvopastoril sustentable en bosque esclerófilo: desde la conservación al manejo. Postulación Fondo de Investigación del Bosque Nativo. Corporación Nacional Forestal. Ministerio de Agricultura. 18p.

Haila, Y. 2002. A Conceptual Genealogy of Fragmentation Research: From Island Biogeography to Landscape Ecology. *Ecological Applications* 12(2):321-334.

Hidroeléctrica el paso. 2016. Informe de seguimiento de variables ambientales “Fauna silvestre- especie cururo”. 25p.

Hobbs N. T. 1996. Modification of ecosystems by ungulates. *The Journal of Wildlife Management* 60 (4): 695-713.

Kuussaari, M., Bommarco, R., Heikkinen, R. K., Helm, A., Krauss, J., Lindborg, Ockinger, E., Partel, M., Pino, J., Roda, F., Stefanescu, C., Teder, T., Zobel, M. y Steffan-Dewenter, I. 2009. Extinction debt: a challenge for biodiversity conservation. *Trends in Ecology & Evolution*, 24(10): 564-571.

Luebert, F. y Pliscoff, P. 2006. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Santiago de Chile: Editorial Universitaria. 316p.

Magni, C., Scherson, R., Romero, F. y Martínez, E. 2015. Informe final: “Propuesta de protocolo para la definición de créditos por ganancias en biodiversidad en ecosistemas mediterráneos de Chile central”. Centro Productor de Semillas y Árboles Forestales (CESAF), Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza, Universidad de Chile. 119p.

Mathiasen, P., Venegas-González, A., Fresia, P., y Premoli, A. C. 2020. A relic of the past: current genetic patterns of the palaeoendemic tree *Nothofagus macrocarpa* were shaped by climatic oscillations in central Chile. *Annals of botany*, 126(5): 891-904.

McEvoy, P. M., Flexen, M., y McAdam, J. H. 2006. The effects of livestock grazing on ground flora in broadleaf woodlands in Northern Ireland. *Forest Ecology and Management*, 225(1-3): 39–50.

McIntyre, S., Heard, K. M. y Martin, T. G. 2003. The relative importance of cattle grazing in subtropical grasslands: Does it reduce or enhance plant biodiversity?’, *Journal of Applied Ecology*. 40(3): 445–457.

McShea, W. J., y Rappole, J. H. 2000. Managing the Abundance and Diversity of Breeding Bird Populations through Manipulation of Deer Populations. *Conservation Biology*, 14(4): 1161–1170.

Medina, P. 2010. Caracterización ambiental y estructural de la población de *Avellanita bustillosii* Phil. (*Euphorbiaceae*), en la localidad de lo Chancón, Región del libertador Bernardo O’Higgins. Memoria para optar al Título Profesional de Ingeniera Forestal. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. 87p.

Miceli, C. L. 2008. Efecto del ganado bovino y ungulados silvestres en la dispersión de semillas de especies leñosas en agropaisajes. Tesis para optar al Doctorado en Ciencias en Ecología y Desarrollo Sustentable. Chiapas, México. ECOSUR. 118p.

MINAGRI (Ministerio de Agricultura de Chile). 1995. Decreto Supremo N°13/1995. Chile. Declara monumento natural las especies forestales queule, pitao, belloto del sur, belloto del norte y ruíl. Santiago, Chile. Decreto N° 13. Declara monumento natural las especies forestales queule, pitao, belloto del sur, belloto del norte y ruíl. [En línea]. 14 de marzo de 1995. Santiago, Chile: 03 de abril de 1995.

MINISEGPRES (Ministerio Secretaría General de la Presidencia, CL). 2008. Decreto Supremo N° 50/2008. Chile. Aprueba y oficializa nómina para el segundo proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Santiago, Chile.

Montenegro, G., Ginocchio, R., Segura, A., Keely, J. E. y Gómez, M. 2004. Fire regimes and vegetation responses in two Mediterranean-climate regions. *Revista chilena de historia natural*. 77(3): 455-464.

Oltremari J., Baldini, A., Miranda, M., Bonacic, C., Montenegro, G., Guajardo F. y Alvarado, A. 2009. Plan de manejo Proyecto de Reserva Natural Privada Altos de Cantillana. Departamento de Ciencias Forestales. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal de la Pontificia Universidad Católica de Chile. 130p.

Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE). 2015. Enfermedades de los animales silvestres. 2p.

Ormazabal, C. y Benoit, I. 1987. El estado de conservación del género *Nothofagus* en Chile. *Bosque* 8(2): 109-120.

Oztas T., Koc A. y B. Comakli. 2003. Changes in vegetation and soil properties along a slope on overgrazed and eroded rangelands. *Journal of Arid Environments* 55 (1): 93-100.

Paratori M. 2009. Evaluación de la producción y productividad en biomasa aérea en un bosque secundario de *Nothofagus macrocarpa* (A. DC.) F. M Vásquez & R. A. Rodr. en el Santuario de la naturaleza Cerro El Roble, Región Metropolitana. Memoria para optar al Título Profesional de Ingeniera Forestal. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. 35p.

Perevolotsky A. y N. G. Seligman. 1998. Role of grazing in Mediterranean rangeland ecosystems: inversion of a paradigm. *Bioscience* 48(12): 1007-1017.

Pettit N. E., Froend R. H. y P. G. Ladd. 1995. Grazing in remnant woodland vegetation: changes in species composition and life form groups. *Journal of Vegetation Science* 6(1): 121-130.

Podwojewski, P., Poulenard, J., Zambrana, T., y Hofstede, R. 2006. Overgrazing effects on vegetation cover and properties of volcanic ash soil in the páramo of Llangahua and La Esperanza (Tungurahua, Ecuador). *Soil Use and Management*, 18(1): 45–55.

Primack, R., Rozzi, R., Massardo, F., y Feinsinger, P. 2001. VI. Destrucción y degradación del hábitat. *Fundamentos de Conservación Biológica Perspectivas Latinoamericanas*. México DF: Fondo de Cultura Económica, 183-221.

Quinteros, C. P. 2018. Propiedades ecosistémicas de bosques de *Nothofagus pumilio* afectadas por diferente intensidad de uso ganadero en Chubut, Patagonia Argentina. *Ecosistemas* 27(3): 24-32.

Reid, R. S. y Ellis, J. E. 1995. Impacts of Pastoralists on Woodlands in South Turkana, Kenya: Livestock- Mediated Tree Recruitment. *Ecological Applications*. 5(4): 978–992.

Riedemann, P. y Aldunate, G. 2014. Flora nativa de valor ornamental, identificación y propagación: Chile, Zona Centro. Santiago, Chile. Ediciones Jardín Botánico Chagual. 587p.

Romero, F. 9 de febrero del 2022. Resultados estudio impacto de ganado roblerías. [fernanda.romero.g@gmail.com]. Recuperado en: <alonso.nunes@ug.uchile.cl> Consultado el: 10 de febrero del 2022.

Saldías, M. 2011. Jardinería en Chile (1.ª edición). Santiago, Chile. Ediciones Universidad Central. 255p.

Salinas, J., Peri, P. L., Hepp, C. y Acuña, B. 2017. Sistemas Silvopastorales en Bosques de Ñirre (*Nothofagus antarctica* (G.Forst.) Oerst.) de la Región de Aysén. Instituto Forestal, Chile. Documento de Divulgación N° 43. 60p.

Santibáñez, S. y Uribe J. M. 1990. Atlas Agroclimático de Chile. Regiones V y Metropolitana. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Laboratorio de Agroclimatología. Santiago, Chile. 66 p.

Sutherland, W. J. (Ed.). 2006. Ecological census techniques: a handbook. Cambridge university press. 198p.

Tasker E. M. y R. A. Bradstock. 2006. Influence of cattle grazing practices on forest understorey structure in north-eastern New South Wales. *Austral Ecology* 31(4): 490-502.

Teillier, S. 2003. Las Comunidades Vegetales de Chile central. Escuela de Ecología y Paisaje, Universidad Central de Chile. Chagual, Edición Especial. pp. 23-30.

Trigo C. B., Tálamo A., Núñez-Regueiro M. M., Derlindati E. J., Marás G. A., Barchuk A. H. y A. Palavecino. 2017. A woody plant community & tree-cacti associations change with distance to a water source in a dry Chaco forest of Argentina. *The Rangeland Journal* 39: 15-23.

Trigo, C. B. 2018. Efecto de la exclusión de ganado doméstico sobre la estructura y funcionalidad de una comunidad vegetal en el bosque Chaqueño Semiárido. Tesis para optar al doctorado de ciencias biológicas. Instituto de Bio y Geociencias del NOA (IBIGEO), Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta. 175p.

Trigo, C., Tálamo, A. y Villagra, P. 2020. Efecto de la exclusión del ganado doméstico en la estructura y funcionalidad del sotobosque en el bosque chaqueño semiárido. *Boletín Investigación y Monitoreo NOA N°4*. pp. 12-15.

Trivelli, M. A. 2014. Reseña de la vegetación de Chile. División de Protección de los Recursos Naturales Renovables Subdepto. de Vida Silvestre. Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). 32p.

Universidad de Chile. 2007. Profundización de la Línea de Base Ambiental y Ecológica del sector de Mayor Valor Ecológico del cordón La Cantillana. (CONAMA, GEF-PNUD) Editores, Proyecto: Conservación de la biodiversidad en los Altos de Cantillana. Santiago. 257p.

Venegas-González, A., Juñent, F., Gutiérrez, A., Peña-Rojas, K., y Filho, M. 2018. Efecto de la variabilidad climática sobre los patrones de crecimiento y establecimiento de *Nothofagus macrocarpa* en Chile central. *Bosque (Valdivia)*, 39(1): 81-93.

Rusch, V., Gyenge, J., Weigandt, M. y Varela, S. 2019. Aspectos ambientales. En: RUSCH, V. y VARELA, S. Bases para el manejo de bosques nativos con ganadería en Patagonia Norte. Ediciones INTA. Buenos Aires, Argentina. pp. 101-125.

Vogiatzakis, I. N., Mannion, A. M., y Griffiths, G. H. 2006. Mediterranean ecosystems: problems and tools for conservation. *Progress in Physical Geography* 30(2):175-200.

World Health Organization (WHO). 2007. Oral vaccination of dogs against rabies: A guidance for research on oral rabies vaccines and field application of oral vaccination of dogs against rabies. Geneva. 55p.

8 ANEXO

Cuadro 4. Ficha ingreso de vacas (RNPAC, 2018)

Nombre	Registro SAG	Descripción	Color	Edad	N° Foto
Carlos Rodriguez	<u>5436</u>	ternero	negro cariblanco	9 meses	8398
Carlos Rodriguez	<u>5437</u>		Colorada	6 años	8492
Carlos Rodriguez	<u>5449</u>	Vaquilla	Colorada	2 años	8496
Carlos Rodriguez	<u>s/crotal</u>	vaca	jardina colorada	2 años	8393
Carlos Rodriguez	<u>s/crotal</u>	vaca	colorada	6 años	8403
Omar Salinas	<u>5417</u>	vaca	overo negra	6 años	8491
Omar Salinas	<u>5418</u>	ternera	overo negra	2 años	8463
Omar Salinas	<u>5419</u>	ternera	colorada con blanco	1 año	8417
Omar Salinas	<u>5423</u>	vaquilla	colorada	2 años	8487
Omar Salinas	<u>5426</u>	macho	overo colorada		8444
Omar Salinas	<u>5438</u>	toro	colorado cariblanco	1 año 1/2	8485
Omar Salinas	<u>5450</u>	ternera	mulata/overo colorada	1 año	8460
Omar Salinas	<u>7066</u>	vaca	overa colorada	4 años	8478
Omar Salinas	<u>7080</u>	vaca	overo negra	6 años	8455
Omar Salinas	<u>7085</u>	vaca	blanco con negro	5 años	8446
Omar Salinas	<u>7090</u>	vaca	colorada	4 años	8427
Omar Salinas	<u>s/crotal</u>	vaca	overo colorada	5 años	8450
Mario Gamboa	<u>5404</u>	vaca	negra cariblanca	5 años	8489
Mario Gamboa	<u>5410</u>	vaquilla	negra con blanca	2 años 1/2	8433
Mario Gamboa	<u>5427</u>	toro	barroso	3 años	8414
Mario Gamboa	<u>5429</u>	vaquilla	barrosa cabeza blanca	3 años	8468
Mario Gamboa	<u>5431</u>	vaca	negra		8442
Mario Gamboa	<u>5435</u>	ternera	overa negra	1 año	8421
Mario Gamboa	<u>5439</u>	ternero	huacho negro	1 año	8475
Mario Gamboa	<u>5446</u>	ternera	colorada	1 año	8439
Mario Gamboa	<u>5447</u>	ternera	overo negra	1 año	8456

Mario Gamboa	<u>5448</u>	ternero macho	negro	5 meses	8462
Mario Gamboa	<u>7060</u>	vaca	negra	4 años	8425
Mario Gamboa	<u>7077</u>	vaca	colorada cariblanca	5 años	8453
Mario Gamboa	<u>7083</u>	vaca	overo colorada	10 años	8465
Mario Gamboa	<u>7084</u>	vaca	negra		8432
Mario Gamboa	<u>7088</u>	vaca	overo colorada	4 años	8440
Cristian Mardones	<u>5402</u>	ternera	negra	1 año	8448
Cristian Mardones	<u>5405</u>	vaca	overo negra	4 años	8458
Cristian Mardones	<u>5430</u>	vaca	blanca overa	3 años	
Cristian Mardones	<u>5440</u>	ternera	rosada	6 meses	8471
Cristian Mardones	<u>7074</u>	vaca	negra piernas blancas	4 años	8479
Sergio Romero		vaca		4 años	
Sergio Romero	7064	vaca		8 años	
Sergio Romero		ternero			
Sergio Romero		ternero			
Sergio Romero	7089	vaca		8 años	
Sergio Romero		ternero			
Sergio Romero		ternero			

CÓDIGO BÁSICO DE INFORMACIÓN ECOLÓGICA OIKOS						
Altitud (msnm)	Exposición	Pendiente (%)	Largo pendiente (m)	Cobertura vegetal (%)	Posición Topográfica (dentro de la Geoforma)	
1 0-99	1 Plano (< 2% pendiente)	1 0-5	1 10-20	1 <1	1 Cumbre	
2 100-199	2 NO	2 5-15	2 20-50	2 1-5	2 Altos de ladera	
3 200-299	3 N	3 15-30	3 50-100	3 5-25	3 Medios de Ladera	
4 300-399	4 NE	4 30-45	4 > 100	4 25-50	4 Bajos de ladera	
5 400-499	5 O	5 45-60		5 50-75	5 Depresión	
6 500-599	6 SO	6 60-100		6 75-100	6 Descanso	
7 600-699	7 SE	7 > 100			7 Fondo de quebrada o plano de inundación	
8 700-799	8 S					
9 800-899	9 E					
10 900-999						
11 1000-1099	Geoforma (Macro paisaje)	Forma de la pendiente	Tipo de sustrato	Textura del sustrato		
12 1100-1199	1 Terraza marina	1 Cóncava	(Capa arable 30 cm profundidad)	1 Arcilloso (A)		
13 1200-1299	2 Terraza fluvial	2 Plana	1 Muy fino (A-Aa-AL-L)	2 Arcillo-arenoso (Aa)		
14 1300-1399	3 Valle (llanura ej. valle central)	3 Convexa	2 Franco (FA-FAL-FAa-F-Fa-FL)	3 Arcillo-limoso (AL)		
15 1400-1499	4 Cerro (pend > 30%)	4 Irregular	3 Arenoso (a-aF)	4 Franco-arcilloso (FA)		
16 1500-1599	5 Lomaje (pend <30%)*		4 Gravoso (2-50 mm y >50%)	5 Franco-arcillo-limoso		
17 1600-1699	6 Cono deyección	Pedregosidad superficial (%)	5 Pedregoso (5-50 cm y >50%)	6 (FAL)		
18 1700-1799	7 Piedemonte	1 Sin piedra	6 Rocoso (>50 cm y 50%)	7 Franco-arcillo-arenoso		
19 1800-1899	8 Playa	2 1-5	7 Orgánico (+ 15 cm capa orgánica o funcionalidad en la formación vegetal)	6 (FAa)		
20 1900-1999	9 Acantilado	3 5-25	8 Acuoso (espejo de agua visible y 80% del año inundado)	7 Franco (F)		
21 2000-2500		4 25-50	9 Salino (salares o costras de sal continua)	8 Franco arenoso (Fa)		
22 2500-3500	*En Valle Central, en cordilleras considerar como cerro.	5 50-75		9 Franco Limoso (FL)		
23 3500-4500		6 75-100		10 Limoso (L)		
24 >4500				11 Arena franco (aF)		
				12 Arenoso (a)		
				13 No aplica (>90 % gravas +2mm)		
Grado de erosión	Causal de erosión	Tipo de erosión	Remoción en masa	Drenaje		
1 Sin erosión	1 Geológica	1 Hídrica por lamina	1 Rodados	1 Muy pobremente drenado		
2 Ligera	2 Antrópica	2 Hídrica por surco o zanja	2 Deslizamientos	2 Pobremente drenado		
3 Moderada	3 No aplica	3 Hídrica por cárcava	3 Reptación	3 Drenaje imperfecto		
4 Severa		4 Eólica	4 Explotación humana	4 Drenaje moderado		
5 Muy severa		5 Glacial	5 No aplica	5 Bien drenado		
6 No aparente (cobertura impide observarla)		6 Hidráulica por río		6 Excesivamente drenado		
		7 No aplica				

Figura 19. Código básico de información ecológica OIKOS

FORMULARIO OIKOS														
Variable	LOCALIDAD													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Altitud (msnm)														
Exposición														
Pendiente (%)														
Largo pendiente														
Forma de la pendiente														
Cobertura vegetal (%)														
Posición topográfica														
Geoforma														
Pedregosidad superficial (%)														
Tipo de sustrato														
Textura del sustrato														
Grado de erosión														
Tipo de erosión														
Causal de erosión														
Drenaje														

Figura 20. Formulario OIKOS

9 APÉNDICE

Cuadro 5. Variables ambientales más frecuentes en los puntos registrados, situación 1 “Zona de exclusión de ganado”

Variables ambientales	Clasificación numérica	Clasificación alfa-numérica	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa Porcentual (%)
Altitud	21	2000-2500 m.s.n.m	1	100
Exposición	8	Sur	0,63	62,5
Pendiente	2	5-15 %	0,68	67,5
Largo pendiente	2	20-50 m	0,49	48,8
Forma pendiente	4	Irregular	0,81	81,3
Cobertura vegetal	3	5-25 %	0,4	40
Posición Topográfica	2	Altos de ladera	1	100
Pedregosidad superficial	3	5-25 %	0,41	41,3
Tipo de sustrato superficial	2	Franco	0,96	96,3
Textura de sustrato superficial	8	Franco Arenoso (Fa)	1	100
Grado de erosión	2	Ligera	0,38	37,5
Tipo de erosión	7	No aplica	0,56	56,3
Causal de erosión	3	No aplica	0,81	81,3
Drenaje superficial	2	Pobrementemente drenado	0,35	35

Cuadro 6. Variables ambientales más frecuentes en los puntos registrados, situación 2 “Las Hualtatas 1”

Variables ambientales	Clasificación numérica	Clasificación alfa-numérica	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa Porcentual (%)
Altitud	21	2000-2500 m.s.n.m	1	100
Exposición	6	Suroeste (SO)	1	100
Pendiente	2	5-15%	0,66	66
Largo pendiente	3	50-100	0,48	48
Forma pendiente	4	Irregular	1	100
Cobertura vegetal	2	1-5%	0,42	42
Posición Topográfica	2	Altos de la ladera	1	100
Pedregosidad superficial	3	5-25%	0,4	40

Tipo de sustrato superficial	2	Franco	0,88	88
Textura de sustrato superficial	8	Franco Arenoso	1	100
Grado de erosión	3	Moderada	0,38	38
Tipo de erosión	7	No aplica	1	100
Causal de erosión	3	No aplica	0,92	92
Drenaje superficial	3	Drenaje imperfecto	0,48	48

Cuadro 7. Variables ambientales más frecuentes en los puntos registrados, situación 3 “Hualtatas 2” (Bosque semi-abierto).

Variables ambientales	Clasificación numérica	Clasificación alfa-numérica	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa Porcentual (%)
Altitud	21	2000-2500 m.s.n.m	1	100
Exposición	6	Suroeste	0,68	67,9
Pendiente	2	5-15%	0,34	34,3
Largo pendiente	2	20-50 m	0,57	57,3
Forma pendiente	4	Irregular	0,71	71,5
Cobertura vegetal	3	5-25%	0,35	35,5
Posición Topográfica	2	Altos de Ladera	1	100
Pedregosidad superficial	2	1-5%	0,52	52,1
Tipo de sustrato superficial	2	Franco	0,88	88,1
Textura de sustrato superficial	8	Franco arenoso	1	100
Grado de erosión	3	Moderada	0,49	48,8
Tipo de erosión	7	No aplica	1	100
Causal de erosión	3	No aplica	1	100
Drenaje superficial	3	Drenaje imperfecto	0,48	47,92

Cuadro 8. Tabla de rodal Situación 1 "Zona de exclusión de ganado".

Tabla de Rodal Situación 1			
Etiquetas de fila	Rango	N/ha	Área basal (m ² /ha)
1	[5-15[	113	0,5877365
2	[15-25[	52	1,6735958
3	[25-35[	63	4,3429434
4	[35-45[	40	4,8842424
5	[45-55[	22	4,0530655
6	[55-65[	7	1,9300924
7	[65-75[	7	2,6706567
8	[75-85[	3	1,4075107
9	85	1	0,9925481
Total general		309	22,542392

Cuadro 9. Tabla de rodal Situación 2 "Las Hualtatas 1".

Tabla de Rodal Situación 2			
Etiquetas de fila	Rango	N/ha	Área basal (m ² /ha)
1	[5-10[	255	0,9752058
2	[10-15[	71	0,8483039
3	[15-20[	51	1,1288547
4	[20-25[	25	1,0329397
5	[25-30[	18	1,0438314
6	[30-35[	10	0,7984273
7	[35-45[	3	0,2990988
8	[45-50[	3	0,3501409
9	50	3	0,5807548
Total general		437	7,0575572

Cuadro 10. Tabla de rodal Situación 3 "Las Hualtatas 2".

Tabla de Rodal Situación 3			
Etiquetas de fila	Rango	N/ha	Área basal (m ² /ha)
1	[5-15[	5	0,0624764
2	[15-25[	40	1,2093163
3	[25-35[	71	5,0923955
4	[35-45[	45	5,538371
5	[45-55[	35	6,9065408
6	[55-65[	8	2,2158307
7	[65-75[	0	0
8	75	3	1,4976842
Total general		207	22,522615