



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

---

**DISTRIBUCIÓN Y CONDICIONES AMBIENTALES ASOCIADAS A**  
**LA INVASIÓN DE *Rubus ulmifolius* Schott (ZARZAMORA) EN LA**  
**RESERVA NACIONAL RÍO CLARILLO**

Memoria para optar al Título  
Profesional de Ingeniera Forestal

**VANESSA NATALIA CIFUENTES LEPIMÁN**

Profesores Guía: Sr. Horacio Bown Intveen. Ingeniero Forestal.  
Doctor en Ciencias Forestales

Sr. Gustavo Cruz Madariaga, Ingeniero Forestal.  
Doctor en Recursos Naturales

---

**Santiago, Chile**

**2018**

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

**DISTRIBUCIÓN Y CONDICIONES AMBIENTALES ASOCIADAS A**  
**LA INVASIÓN DE *Rubus ulmifolius* Schott (ZARZAMORA) EN LA**  
**RESERVA NACIONAL RÍO CLARILLO**

Memoria para optar al Título  
Profesional de Ingeniera Forestal

**VANESSA NATALIA CIFUENTES LEPIMÁN**

Calificaciones:	Nota	Firma
Prof. Guía Dr. Horacio Bown I.	7,0	.....
Prof. Guía Dr. Gustavo Cruz M.	7,0	.....
Prof. Consejero Dr. Juan Caldentey P.	6,6	.....
Prof. Consejero Dr. Juan Pablo Fuentes E.	6,0	.....

## AGRADECIMIENTOS

A mis profesores guías Gustavo Cruz y Horacio Bown, por brindarme la posibilidad de trabajar junto a ellos y brindarme el apoyo, tiempo, dedicación y motivación necesaria para terminar con este largo proceso. También agradezco al profesor Juan Caldentey por sus observaciones y al profesor Juan Pablo Fuentes por permitirme procesar las numerosas muestras de suelo en el Laboratorio de Suelos Ventura Matte.

A la Corporación Nacional Forestal por brindar el financiamiento necesario para realizar el muestreo en terreno, en especial a Fernando Elorza por facilitar la realización de esta investigación y proporcionar la entrega de información previa. Al administrador de la Reserva Carlos Peña y a Rogelio Rojas por su simpatía y constante preocupación, durante el periodo de toma de datos

A mis amigos y compañeros de la generación 2012: María, Tatiana, Francisca, Sofio, Sofía, Esire, Alejandro, Carlos, Luis, Miguel, Jorgito, Iván, Paulina y Raúl. Por tantos momentos y anécdotas durante la carrera, sobre todo en las salidas a terreno.

Especialmente quiero agradecer a María, Alejandro y a Sara por acompañarme en terreno, por recorrer cada lugar de la reserva. También quisiera agradecer a todos los que contribuyeron de alguna u otra forma y que estuvieron presentes en este último periodo.

A Magda Orell por su amistad y consejos.

A mis eternas amigas del “Masoquix” Ina, Cami, Carpi, Viole, Isa, Paty, Vania y Belén, por brindarme su amistad, apoyo, locuras y crecimiento por más de doce años y espero que por mucho tiempo más.

Principalmente agradezco a mi mamá, tía y a toda mi familia por regalarme, por brindarme todo el apoyo necesario para culminar con mi educación universitaria y acompañarme en todos los momentos importantes de mi vida.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Invasión biológica .....	2
1.2 Antecedentes de <i>Rubus ulmifolius</i> .....	3
1.3 Experiencias de control el género <i>Rubus</i> .....	4
1.4 Objetivos .....	6
1.4.1 Objetivo general .....	6
1.4.2 Objetivos específicos .....	6
2. MATERIAL Y MÉTODO.....	7
2.1 Material .....	7
2.1.1 Ubicación .....	7
2.1.2 Clima.....	7
2.1.3 Hidrografía .....	7
2.1.4 Geomorfología .....	8
2.1.5 Suelo.....	8
2.1.6 Vegetación.....	8
2.2 Método.....	9
2.2.1 Carta Ocupación de Tierras.....	9
2.2.2 Caracterización de las condiciones biofísicas y ambientales.....	10
2.2.3 Análisis de datos .....	11
2.2.4 Proposición de medidas de control priorizadas y una estrategia de manejo para <i>R. ulmifolius</i> .....	12
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	14
3.1 Formaciones Vegetacionales afectadas por la invasión de <i>R. ulmifolius</i> .....	14
3.2 Distribución y abundancia de <i>R. ulmifolius</i> .....	15
3.3 Tipos vegetacionales invadidos por <i>R. ulmifolius</i> .....	16
3.4 Condiciones biofísicas y vegetacionales asociadas a la presencia de <i>R. ulmifolius</i> .....	19
3.4.1 Modelo de regresión logística binario.....	19
3.4.2 Pronóstico del modelo.....	21
3.5 Similaridad y especies asociados a <i>R. ulmifolius</i> .....	21
3.6 Zonas prioritarias para el control y manejo de <i>R. ulmifolius</i> .....	24
3.6.1 Zonas prioritarias para el control de <i>R. ulmifolius</i> .....	24
3.6.2 Estrategia de Manejo zona de uso intensivo de la RNRC.....	25
3.7 Discusión .....	27

3.7.1	Ubicación de las poblaciones de <i>R. ulmifolius</i> .....	27
3.7.2	Condiciones biofísicas y vegetacionales asociados a <i>R. ulmifolius</i> .....	28
3.7.3	Medidas de control priorizadas y estrategia de manejo .....	29
4.	CONCLUSIONES.....	31
5.	BIBLIOGRAFÍA .....	32
6.	APÉNDICES .....	37
7.	ANEXO .....	44

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación de la zona de estudio en la zona de uso intensivo de la Reserva Nacional Río Clarillo. ....	7
Figura 2: Formaciones vegetacionales presentes en la zona de uso intensivo de la RNRC.	14
Figura 3: Presencia y abundancia de <i>R. ulmifolius</i> dentro de la zona de uso intensivo de la RNRC, según el rango de fitovolumen (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ). La escala corresponde a: Muy baja: 0-0,15; Baja: 0,15-0,30; Media: 0,30-0,45; Alta: 0,45-0,60; Muy alta: 0,60-0,75. ....	15
Figura 4: Tipos vegetacionales presentes en la zona de uso intensivo de la RNRC. Códigos: AC: <i>Acacia caven</i> ; CA: <i>Cryptocarya alba</i> ; DW: <i>Drimys winteri</i> ; LC: <i>Lithraea caustica</i> ; QS: <i>Quillaja saponaria</i> ; PL: <i>Persea lingue</i> ; SH: <i>Salix humboldtiana</i> ; Co: <i>Colliguaja odorifera</i> ; Pg: <i>Psoralea glandulosa</i> ; Ru: <i>Rubus ulmifolius</i> ; pC: <i>Puya coerulea</i> . ....	16
Figura 5: Probabilidad de ocurrencia de <i>R. ulmifolius</i> con la altitud (msnm).....	20
Figura 6: Probabilidad de ocurrencia de <i>R. ulmifolius</i> con la riqueza (número de especies). ....	20
Figura 7: Probabilidad de ocurrencia de <i>R. ulmifolius</i> al aumentar la distancia al curso de agua. ....	21
Figura 8: Análisis de conglomerados, según la presencia de <i>R. ulmifolius</i> en la composición de especies. Método distancia Euclidiana. En paréntesis se indican los 4 conglomerados segregados. ....	22
Figura 9: Zonas prioritarias definidas para control de <i>R. ulmifolius</i> , en la RNRC. ....	25

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Experiencias de medidas implementadas para el control de <i>R. ulmifolius</i> .....	5
Cuadro 2: Clasificación de la abundancia según el rango de fitovolumen parcial de <i>R. ulmifolius</i> .....	9
Cuadro 3: Tabla de contingencia utilizada para determinar la asociación entre <i>R. ulmifolius</i> y otras especies presentes en la zona de estudio. ....	12
Cuadro 4: Prioridad y valor asignado a los atributos de interés.....	13
Cuadro 5: Tabla multicriterio con las variables a utilizar en la determinación de las zonas prioritarias para el control de <i>R. ulmifolius</i> . CCT: especies en categoría de conservación. ....	13
Cuadro 6: Formaciones vegetacionales afectados por la invasión de <i>R. ulmifolius</i> .....	14
Cuadro 7: Abundancia de <i>R. ulmifolius</i> y su superficie dentro de la zona de uso intensivo, con fitovolumen unitario ( $m^3/m^2$ ) y total en ( $Mm^3$ ).....	16
Cuadro 8: Variables predictoras presentes en el modelo de regresión logística binaria y su significancia. ....	19
Cuadro 9: Pronóstico del modelo de regresión logística ajustado a partir de las parcelas realizadas. Todos los valores en porcentaje. ....	21
Cuadro 10: Especies que presentan una asociación positiva con <i>R. ulmifolius</i> . ....	23
Cuadro 11: Especies que presentan una asociación negativa con <i>R. ulmifolius</i> . ....	24
Cuadro 12: Actividades a realizar según formación y tipo vegetacional en zonas con prioridad alta. ....	26
Cuadro 13: Actividades a realizar según formación y tipo vegetacional en zonas con prioridad media. ....	26
Cuadro 14: Actividades a realizar según formación y tipo vegetacional en zonas con prioridad baja. ....	27

## RESUMEN

Las invasiones biológicas generan diversas alteraciones, modificando la estructura y composición de especies en los ecosistemas afectados, además de promover las extinciones locales y generar daños económicos. Un claro ejemplo de ello es la invasión de *Rubus ulmifolius* en la Reserva Nacional Río Clarillo, la cual se presenta como la especie invasora más difícil de controlar dentro de la reserva. Este estudio tiene por objetivo identificar las condiciones biofísicas y vegetacionales asociadas a la invasión de *R. ulmifolius* en las zonas ribereñas de la Reserva Nacional Río Clarillo, para generar medidas de control priorizadas que permitan aminorar los efectos de la invasión de dicha especie.

Para ello, se caracterizó la invasión de *R. ulmifolius* en la zona de uso intensivo de la Reserva Nacional Río Clarillo mediante la realización de una Carta de Ocupación de Tierras (COT) y el estudio de 50 parcelas circulares de 78 m<sup>2</sup> cada una con la presencia de la especie invasora y 50 parcelas sin la presencia de *R. ulmifolius*. Se elaboró un modelo de regresión logístico binario que indica cuales son variables biofísicas y vegetacionales que influyen en la presencia de *R. ulmifolius*. Finalmente, se determinaron zonas prioritarias para el control de la especie, mediante el análisis de las zonas invadidas, conservación de especies nativas y a las necesidades de manejo público que requiere la Reserva.

Los resultados indican que existen 39,5 ha invadidas por *R. ulmifolius*, las cuales representan el 36% de la superficie de la zona de uso intensivo de la reserva. En esta superficie, las formaciones más afectadas son el matorral arborescente de *Psoralea glandulosa* y *Salix humboldtiana* y el bosque de *Persea lingue-Cryptocarya alba-Drimys winteri*, encontrándose estas formaciones principalmente a orillas del río Clarillo.

Por otra parte, las variables biofísicas y vegetacionales que explican la presencia de *R. ulmifolius* son: distancia al río, altitud y riqueza de especies. En general la especie invasora se presenta mayoritariamente en sectores cercanos al río con baja altitud y en sectores con mayor riqueza de especies. Como especies asociadas a la invasión de *R. ulmifolius*, se identificó a *Salix humboldtiana*, *Psoralea glandulosa*, *Cortaderia rudiscula*, *Muehlenbeckia hastulata* y *Escallonia illinita*.

En el análisis de las zonas prioritarias se determinó que existen 6,6 ha con prioridad alta para el control de *R. ulmifolius*, 21 ha con prioridad media y 11 ha con prioridad baja. En cuanto a las medidas de control, se propone combinar medidas químicas y físicas con un posterior enriquecimiento en las zonas con presencia de especies en categoría de conservación.

**Palabras claves:** Invasión Biológica, *Rubus ulmifolius*, Control químico y mecánico, Reserva Nacional Río Clarillo, Chile.

## ABSTRACT

Biological invasions bring about diverse alterations, modifying the structure and composition of species in the affected ecosystems, also promoting local extinctions and generating economic damages. A clear example of this is the invasion of *Rubus ulmifolius* in the Río Clarillo National Reserve, which is presented as the most difficult invasive species to control within the reserve. The aim of this study was to identify the biophysical and vegetational conditions associated with the invasion of *R. ulmifolius* in the riparian zones of the Río Clarillo National Reserve, to generate prioritized control actions to reduce the effects of this species invasion.

To this aim, the invasion of *R. ulmifolius* was characterized in the zone of intensive use of the Río Clarillo National Reserve by making a land cover map and studying 50 circular plots of 78 m<sup>2</sup> each, with the presence of the invasive species and 50 plots without the presence of *R. ulmifolius*. A binary logistic regression model was developed which indicated which were the biophysical and vegetation variables, that influence the presence of blackberry. Finally, priority zones for the species control were determined, through the analysis of invaded areas and Reserve needs.

The results indicated that there were 39.5 ha invaded by *R. ulmifolius*, which represent 36% of the area of the intensive use zone of the reserve. On this area, the most affected formation is the arborescent shrub cover composed by *Psoralea glandulosa* and *Salix humboldtiana* and the forest of *Persea lingue-Cryptocarya alba-Drimys winteri*. These formations were found mainly on the riverside of the Clarillo River.

On the other hand, the biophysical and vegetational variables that explain the presence of *R. ulmifolius* were: distance to the river, altitude and species richness. *Rubus ulmifolius* occurs mostly in sectors near the river with low altitude and in sectors with greater species richness. As the species associated with the invasion of blackberry, *Salix humboldtiana*, *Psoralea glandulosa*, *Cortaderia rudiscula*, *Muehlenbeckia hastulata* and *Escallonia illinita* were identified, as species strongly associated with the invasion studied.

In the analysis of the priority zones it was determined that there were 6.6 ha with high priority for the control of *R. ulmifolius*, 21 ha with medium priority and 11 ha with low priority. Regarding the control actions, these consist of implement the combination of chemical and physical actions with a subsequent enrichment in the zones with the presence of species in the conservation category.

**Key words:** Biological Invasion, *Rubus ulmifolius*, Control actions, Río Clarillo National Reserve.

## 1. INTRODUCCIÓN

Las invasiones biológicas son consideradas como la segunda causa de pérdida de biodiversidad, afectando la estructura y composición de los ecosistemas naturales (Vilà *et al.*, 2011). Este fenómeno en muchas ocasiones se origina cuando las especies son introducidas logrando naturalizarse y expandirse fuera de su área de introducción. La presión antrópica sobre los ecosistemas y su degradación los hace más vulnerables a tal invasión (Quiroz, 2007).

La Reserva Nacional Río Clarillo (RNRC) es una unidad del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado (SNASPE), ubicada en la comuna de Pirque, Región Metropolitana y abarca una superficie total de 13.085 ha. Fue creada con el fin de conservar y recuperar ambientes naturales propios de la zona central de Chile (CONAF, 1996). Actualmente, la Reserva presenta numerosas especies invasoras que amenazan su diversidad biológica, dentro de las cuales, destaca la presencia de *Populus* sp, *Vespula germanica* Fabricius y *Rubus ulmifolius* Schott, siendo esta última, la más difícil de controlar, dada su enorme capacidad de rebrote, que implica destinar una gran cantidad de jornadas de trabajo para su control manual (Elorza, 2016).

En ecosistemas naturales, el género *Rubus* perjudica a la fauna y a la vegetación nativa, además altera los valores visuales y recreacionales de terrenos públicos, parques y reservas. Se han observado desplazamientos de plantas nativas y pérdida de hábitats para animales en muchos ambientes invadidos por zarzamora (Williams *et al.*, 2006). En específico, *Rubus* afectaría de forma negativa a los servicios de polinización y frugivoría, dado que esta especie reemplaza a especies de frutos carnosos nativos, que establecen interacciones con la fauna frugívora y/polinizadores (PNUD, 2016).

Por otra parte, en la Isla de Robinson Crusoe, Archipiélago de Juan Fernández se detectó que *Rubus ulmifolius* puede afectar la abundancia de artrópodos aéreos del bosque nativo, debido a su efecto sobre la estratificación de la luz, la temperatura, la humedad del aire, comportamiento del viento y composición de especies, reduciendo la abundancia y diversidad de los artrópodos aéreos y, por lo tanto, afectando así, en varios niveles tróficos (Hagen *et al.*, 2005; PNUD, 2016).

La invasión de *Rubus ulmifolius* impide la regeneración y el crecimiento de especies nativas, dado su rápido crecimiento y su estrategia de dispersión afectando la composición, estructura y la dinámica natural de los bosques y matorrales, además de contribuir, en algunos casos, al proceso de fragmentación de los bosques (PNUD, 2016).

Para el manejo de las áreas silvestres protegidas, las especies exóticas invasoras son una amenaza constante para la persistencia de las comunidades de bosque nativo. Estas especies contribuyen a la desaparición de especies nativas, también a la transmisión de enfermedades, además de competir con ellas, o alterar las funciones del ecosistema. Estos problemas hacen que sea difícil y costoso devolver el ecosistema a su estado anterior. Los guardabosques de áreas silvestres protegidas estiman que gastan una enorme cantidad de su presupuesto operativo anual para el control de especies no autóctonas (D'Antonio y Meyerson, 2002).

Richardson y Pyšek (2006) plantean que para realizar una gestión y control adecuado de especies invasoras es necesario conocer los patrones de invasión y los factores asociados a la dispersión de un sitio o región.

## 1.1 Invasión biológica

Una invasión biológica depende de la capacidad de una especie para adquirir una ventaja competitiva tras la desaparición de los obstáculos naturales para su proliferación, lo que permite que se propague rápidamente y conquiste nuevas áreas dentro de los ecosistemas receptores en los que tenga una población dominante (Valéry *et al.*, 2008).

Las especies invasoras amenazan a ecosistemas, hábitats o especies, con consecuencias tanto ambientales como económicas. En general, se considera como la segunda mayor amenaza para la diversidad biológica, luego de la pérdida y deterioro del hábitat (Kolar y Lodge, 2001; Didham *et al.*, 2005; Vilà *et al.*, 2011).

Las invasiones biológicas producen cambios a nivel de especies, vegetales o animales, comunidades y ecosistemas (Valery *et al.*, 2011), afectando así negativamente a la riqueza, diversidad y composición de las comunidades nativas, lo que puede promover la extinción de especies nativas vulnerables, además de la homogeneización de la flora a diferentes escalas espaciales (Hejda *et al.*, 2009).

Uno de los grandes problemas que pueden causar las invasiones biológicas es que modifican la estructura de la comunidad y las propiedades de los ecosistemas, especialmente, cuando tienen características muy diferentes de las especies en la comunidad receptora, pudiendo desplazar a las especies nativas y reduciendo la diversidad de plantas (Levin *et al.*, 2003; Domènech *et al.*, 2006).

También se pueden afectar las características abióticas del ecosistema como la disponibilidad de nutrientes, los flujos de materia y energía del ecosistema y su estructura física (Ehrenfeld, 2003). Además, las especies invasoras pueden alterar los procesos del ecosistema, como la productividad primaria, descomposición, flujos hidrológicos, geomorfología, ciclo de nutrientes y / o el régimen de perturbaciones, ya que compiten con las especies nativas (Vilà *et al.*, 2011).

Para evitar las consecuencias de las invasiones biológicas es importante comprender los mecanismos responsables dentro de los ecosistemas identificando los factores determinantes en una invasión, para lograr predecir cuales son los patrones de invasión futuros y así prevenir su aparición dentro de ecosistemas nativos (Mack *et al.*, 2000).

Dentro de los factores que influyen en el éxito de una invasión biológica, se encuentran: la disponibilidad de recursos naturales, la presión antrópica, la dispersión de propágulos, y la liberación competitiva (Richardson y Pyšek, 2006). Por otra parte, Webster *et al.* (2006), también atribuyen el éxito de las especies invasoras a factores como fenología, dispersión de semillas y la calidad del sitio. Arellano (2012), indica que el proceso de invasión es promovido a través de la generación de perturbaciones naturales a microescala.

Cabe destacar que uno de los ecosistemas más afectados por las invasiones biológicas son a nivel mundial los valles de ríos como consecuencia, entre otros factores, de la regulación de su caudal, el drenaje, la expansión agrícola y ganadería, entre otros factores. Por lo tanto, se

ha observado una extensa pérdida de vegetación natural ribereña a nivel mundial, hasta alcanzar localmente una disminución de hasta el 95% de su cobertura original, lo que la vuelve vulnerable a las invasiones (Tockner y Stanford, 2002). Además, el agua actúa como un agente de dispersión eficaz moviendo aguas abajo las semillas, mientras que las fluctuaciones naturales en el nivel del agua facilitan la colonización de los valles de los ríos por las plantas exóticas (Davis *et al.*, 2000; Nobis *et al.*, 2015).

## 1.2 Antecedentes de *Rubus ulmifolius*

*R. ulmifolius* es una especie arbustiva perteneciente a la familia Rosaceae, conocida vulgarmente como zarzamora, mora o nombres derivados de estos últimos. La especie es considerada como un arbusto perenne, semicaducifolio, que forma densos matorrales, espinosos e impenetrables, siendo su sistema radicular la única parte perenne de la especie. Posee una corona leñosa con una raíz principal, la cual crece verticalmente acompañada de numerosas raíces secundarias, donde sus raíces producen retoños cuando éstas son perturbadas (Mazzolari *et al.*, 2011).

La zarzamora presenta hojas imparipinnadas, compuesta por 3 o 5 folíolos peciolulados y puntiagudos de 3 a 5 cm de longitud, pueden ser glabros o pilosos, su forma es elíptica u ovada, con borde dentado o aserrado, de color verde oscuro por el haz y blanco-tomentoso por el envés. Posee inflorescencias piramidales con flores pentámeras de pétalos ovalados blancos o rosados de entre 7 y 14 mm, con pedicelo de 6 a 15 mm y sus sépalos son grises o tomentoso blanquecino (Castroviejo, 1987). El fruto es una drupa comestible y está formado por un agregado de segmentos carnosos, que contiene cada uno una semilla, su color es rojo, el cual se torna negro al madurar (Quiroz *et al.*, 2009).

*R. ulmifolius* es originaria de Europa y el norte de África, sin embargo, la especie se ha introducido ampliamente en países como Argentina, Chile, Australia, Nueva Zelanda y Estados Unidos. Dado su carácter invasivo coloniza ecosistemas naturales y semi-naturales en donde compete y desplaza a las especies de plantas nativas y degrada los hábitats que afectan negativamente a la fauna nativa (ISSG, 2016). Cabe destacar que *R. ulmifolius* es una especie que se considera nodriza, ya que su presencia se asocia frecuentemente con la aparición de otras especies exóticas arbóreas como *Populus nigra*, *Acacia dealbata* y *Ulmus minor* (Quiroz, 2007).

El fruto de *R. ulmifolius* es consumido abundantemente por aves y mamíferos, por lo cual, sus semillas son dispersadas en sus excrementos. Además, sus semillas permanecen viables en el suelo y su germinación está relacionada con la perturbación. Por otro lado, sus plántulas poseen baja sobrevivencia en zonas sombrías siendo consideradas como malas competidoras (ISSG, 2016).

Dentro de los principales agentes de dispersión de la zarzamora se encuentran las aves *Turdus falcklandii* (zorzal), *Xolmis pyrope* (diucón), *Phrygilus patagonicus* (cometocino patagónico), *Anairetes parulus* (cachudito), y *Aphrastura spinicauda* (rayadito), además de mamíferos pertenecientes al género *Lycalopex* (Rejmánek, 2015).

De acuerdo con sus preferencias de hábitat, es posible encontrar a *R. ulmifolius* en claros de bosques, bordes de caminos, linderos, barrancos, en sectores cercanos a cursos de agua. Por

otra parte, la especie se distribuye a altitudes relativamente bajas (0-1700 msnm) en zonas climáticas cálidas y secas (Castroviejo, 1987; PNUD, 2016).

En Chile se estima que existe una superficie total afectada por la especie de 188.555 ha, encontrándose en 83 Sitios Prioritarios (25.759 ha), 34 Áreas Protegidas (16.746 ha), dos Bienes Nacionales Protegidos (6 ha) y 42 Iniciativas de Conservación Privadas (995 ha) (PNUD, 2016).

### 1.3 Experiencias de control el género *Rubus*

Existen experiencias de control de especies del género *Rubus* llevadas a cabo en Australia, Francia, Argentina y Chile. En Australia, un estudio realizado por Scott *et al.* (2008), propone medidas para el control biológico del género *Rubus spp.*, mediante la utilización del ácaro *Acalitus essigi* Hassan, el cual causa la enfermedad de la baya roja, provocando la madurez desigual de la fruta. Este método de control es recomendado en el caso de las especies del género *Rubus* que no sean susceptibles al hongo de roya *Phragmidium violaceum* Schultz el cual, al igual que *A. essigi*, es utilizado como control biológico en Australia, Estados Unidos y en el continente europeo. *Acalitus essigi* es indicado para combatir a *R. ulmifolius*, sin embargo, su dispersión es limitada y, por lo tanto, requiere redistribuirse en el tiempo, especialmente a fines de la temporada de otoño.

Si bien *R. ulmifolius* es una especie nativa de Francia, ésta se comporta como una especie invasora, dada su proliferación en ecosistemas ajenos a su hábitat natural, teniendo como preferencia sitios de barbecho o zonas de infiltración de agua. Dada esta situación Masson *et al.* (2015), proponen que una forma de control efectiva es la aplicación de pastoreo, y limpieza, seguido de la restauración de las zonas afectadas por *Rubus*, pudiendo mejorar la composición florística, diversidad, riqueza y la similitud con la comunidad original. Cabe destacar que, para lograr esta mejora es necesario realizar el tratamiento por al menos tres años (Masson *et al.*, 2015).

En Argentina se realizó un experimento de control químico y mecánico en la Reserva Integral Laguna de los Padres, Buenos Aires, teniendo como resultado que al aplicar un control mecánico y luego uno químico con glifosato al 2 o 4%, no existiendo diferencias significativas en la concentración de glifosato. El control es más eficaz si se aplica a finales de otoño o principios de verano. Si bien este tipo de control no ayuda a la recuperación de la vegetación nativa afectada, resulta un tratamiento efectivo contra la zarzamora. Por otra parte, si se realiza solo el tratamiento mecánico se disminuye la efectividad de este, alcanzando valores de rebrotes cercanos al 100%. Del estudio también se da cuenta que, realizando un trabajo mecánico más intensivo, la cantidad de rebrotes se vuelve prácticamente nula. Finalmente, se desprende del estudio que el control de *R. ulmifolius* debe ser constante en el tiempo (Mazzolari *et al.*, 2011).

En Chile la mayor experiencia en control *R. ulmifolius*, ha sido en el Archipiélago de Juan Fernández, donde esta especie invasora cubre al menos el 7% de la superficie total de la isla Robinson Crusoe y ahoga a la vegetación nativa mediante el ascenso a través de los troncos del dosel dominante, donde luego vuelve a generar raíces desde las ramas para retornar al suelo. El método de control aplicado es una combinación del producto químico Triclopyr, herbicida sistémico regulador del crecimiento, que se caracteriza por interferir en el balance

hormonal de la planta y de un control mecánico aplicado tanto a los individuos ya establecidos, como a plántulas (Cavieres, 2011).

Si bien se ha logrado controlar a la zarzamora, este mecanismo requiere de una gran cantidad de mano de obra, por lo cual no se descarta la utilización de controladores biológicos como nematodos, ácaros u hongos (Gutiérrez, 2014).

En cuanto a las medidas realizadas con anterioridad dentro de la Reserva Nacional Río Clarillo, se determinó que, en el último periodo de aplicación del control de la zarzamora (medidas físicas y químicas), se logró un 90% de efectividad, existiendo una variación con otras aplicaciones de control, dado que, no se llevaba una constancia sobre la aplicación de tratamientos (Elorza, 2016). Lo anterior puede ser explicado por la diferencia entre los porcentajes de control obtenidos, dado que el periodo de aplicación de los herbicidas es esencial para lograr el éxito en el control de especies leñosas (Kogan y Figueroa, 1998). A continuación, se muestra un cuadro resumen de las medidas implementadas en el control de *Rubus ulmifolius*.

**Cuadro 1:** Experiencias de medidas implementadas para el control de *R. ulmifolius*.

Lugar	País	Control Químico	Control Mecánico	Otro Tipo de control	Tiempo de aplicación	Efectividad
Reserva Integral Laguna de los Padres (Mazzolari <i>et al.</i> , 2011)	Argentina	Glifosato 4%	Bulldozer	NA	3 años	98%
Oeste de Australia	Australia	NA	NA	<i>Acalitus essigi</i>	ND	ND
Reserva Nacional Río Clarillo (Elorza, 2016)	Chile	Farmon-Glifosec	Rozón-Azapico	enriquecimiento quillay-culén	3 años	60-90%
Isla Robinson Crusoe (Smith-Ramírez <i>et al.</i> , 2017)	Chile	Triclopyr + aceite vegetal	corta a los 25-30cm	extracción de frutos	12 años	ND
plantaciones de <i>Pinus radiata</i> (Kogan y Figueroa, 1998)	Chile	Garlon 0,5-0,8 l/ha	ND	NA	ND	ND
	Chile	Triclopyr 0,3-0,5 kg/ha	ND	NA	ND	ND
Llanura de la Crau (Masson, 2015)	Francia	NA	Clareo	Pastoreo/ Limpia	3 años	40-90%

ND: no descrito; NA: no aplicado

Del cuadro anterior, se desprende que la experiencia de control llevada a cabo en la Reserva Integral Laguna de los Padres, presenta un índice de efectividad superior al resto de los estudios, además de poseer un seguimiento constante a través del tiempo (Mazzolari *et al.*, 2011).

Respecto a las experiencias de control realizadas en la Isla Robinson Crusoe, no se tiene certeza del porcentaje de éxito en el control de *R. ulmifolius*. Sin embargo, los estudios llevados a cabo en la Isla indican que el bosque nativo se está regenerando, pero sin obtener una composición florística idéntica a la existente antes de la invasión (Smith-Ramírez, *et al.*, 2017).

Cabe destacar, que además de efectuar la combinación de los tratamientos químicos y mecánicos, también se realiza la recolección de los frutos de zarzamora, lo que implica la reducción del material biológico, dado que las semillas son capaces de sobrevivir por un periodo de 4 años, además de impedir su dispersión hacia otros sectores (Ministerio del Medio Ambiente Ecuador, 2016).

Si bien, no se tienen referencias sobre el control de *R. ulmifolius* dentro de las plantaciones forestales de *Pinus radiata*, se conoce de manera empírica la efectividad del herbicida Triclopyr, sobre la zarzamora (también utilizado en la Isla Robinson Crusoe).

En cuanto a la aplicación de pastoreo sobre zarzamora, se determinó que existe un porcentaje de éxito de entre 40% y 90%, pudiendo recuperar la diversidad de la pradera afectada (terreno de uso agrícola en el pasado), pero sin obtener un control definitivo de la especie. Por otra parte, se determinó que no existen diferencias significativas entre los tratamientos de limpieza y pastoreo, obteniendo resultados similares (Masson *et al.*, 2015).

Respecto a los costos asociados al control de *R. ulmifolius*, se conoce que el costo asociado a esta actividad en Chile continental es de USD\$742 por hectárea (PNUD, 2016). Para controlar la invasión en una hectárea, se requieran de 120 jornadas de trabajo (Elorza, 2016).

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

Identificar las condiciones biofísicas y vegetacionales asociadas a la invasión de *Rubus ulmifolius* en las zonas ribereñas de la Reserva Nacional Río Clarillo.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

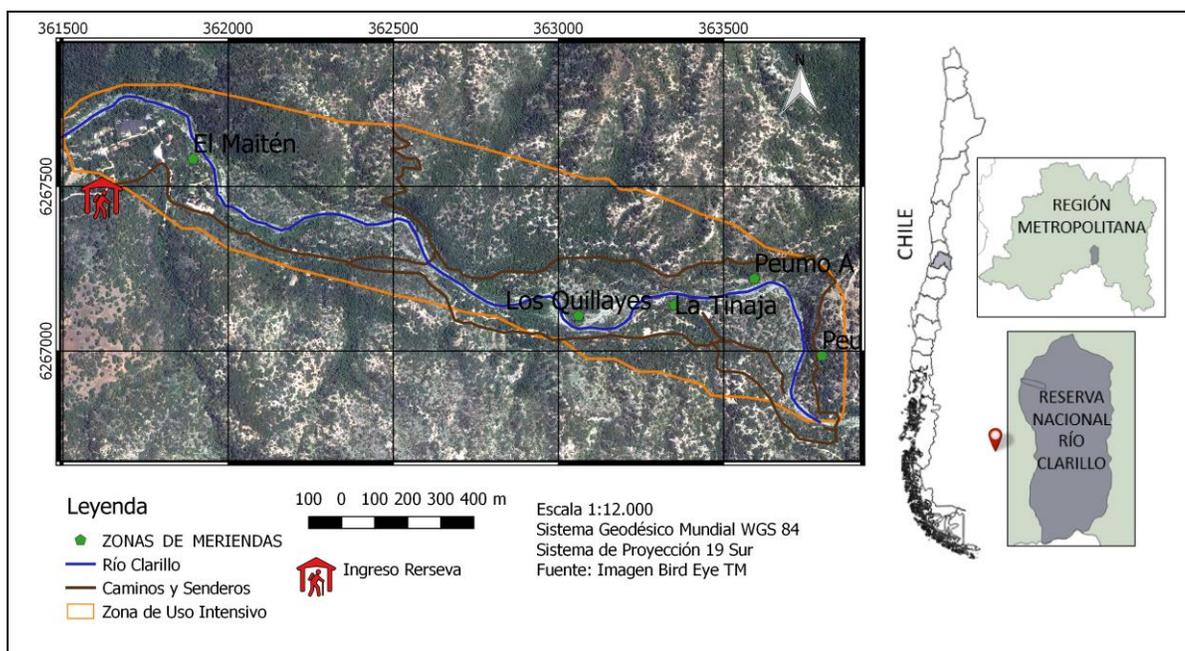
- Definir espacialmente la ubicación de las poblaciones de *R. ulmifolius* en la Reserva Nacional Río Clarillo.
- Determinar las condiciones biofísicas y vegetacionales asociadas a la presencia de *R. ulmifolius* dentro del bosque nativo ribereño de la Reserva Nacional Río Clarillo
- Proponer medidas de control priorizadas y una estrategia de manejo para *R. ulmifolius* en la zona de uso intensivo de la Reserva Nacional Río Clarillo.

## 2. MATERIAL Y MÉTODO

### 2.1 Material

#### 2.1.1 Ubicación

El área de estudio corresponde a los sectores de uso público “Los Quillayes”, “El Maitén”, “La Tinaja” “Peumo A” y “Peumo B” ubicados en la zona de uso intensivo de la Reserva Nacional Río Clarillo (Figura 1), Comuna de Pirque, Región Metropolitana. Geográficamente se ubica entre los paralelos 33° 4' y 33° 51' de latitud sur y los meridianos 70° 24' y 70° 29' de longitud oeste (CONAF, 1996).



**Figura 1:** Ubicación de la zona de estudio en la zona de uso intensivo de la Reserva Nacional Río Clarillo.

#### 2.1.2 Clima

Según la clasificación climática de Köppen, la Reserva Nacional Río Clarillo presenta clima templado frío con lluvias invernales (CONAF, 1996). Por otro lado, Di Castri (1968) clasifica el clima como mediterráneo semiandino, el que se caracteriza por presentar tendencias continentales sin influencias costeras. En las partes bajas de la reserva, el clima presenta una fuerte oscilación estacional con los veranos secos y cálidos e inviernos fríos y lluviosos, mientras que en las partes altas de la cuenca existe una disminución de la temperatura y un aumento de las precipitaciones (Solervicens, 2014).

#### 2.1.3 Hidrografía

La Reserva incluye la cuenca superior del río Clarillo, formando una hoya hidrográfica menor, la cual es alimentada por una red de afluentes permanentes y temporales. El sistema hidrográfico se conforma por dos cuencas mayores: Cajón de los Cipreses y Cajón del

Horno y las cuencas menores El Maitén y Rincón de los Bueyes. Las cuencas mayores se originan del Río Clarillo, presentando una extensión de 8,6 km. El régimen del Río Clarillo es mixto, recibiendo el aporte pluviométrico en la época invernal y el nivoso en la primavera por deshielos (CONAF, 1996).

#### **2.1.4 Geomorfología**

La Reserva se encuentra en la cuenca río Clarillo, la cual se emplaza dentro de la formación granítica “batolito andino”, que a su vez presenta rocas ígneas del tipo granito, granodioritas y dioritas de coloración gris claro a blanquecino rosa. Respecto al material litológico, éste se compone principalmente de cuarzo, plagioclasas, ortoclasas y biotita (CONAF, 1996).

#### **2.1.5 Suelo**

Los suelos de la Reserva Nacional Río Clarillo se caracterizan por ser delgados y poco desarrollados con profundidades de hasta 75 cm, presentando texturas arenosas y colores claros. Prácticamente carecen de estructura, por lo cual son propensos a presentar erosión hídrica y eólica. En ambientes de umbría y quebradas, el sustrato se compone de materia orgánica proveniente de la descomposición de plantas y otros organismos arrastrados por la corriente (CONAF, 1996).

Cabe destacar, que los suelos de la Reserva presentan signos de procesos erosivos en la cuenca del Río Clarillo, los cuales se han visto acrecentados por las pendientes, las cuales varían entre los 15 y 30°. Por otro lado, en las zonas del lecho del río se han depositado bloques de gran tamaño además de acumular clastos más pequeños (CONAF, 1996).

#### **2.1.6 Vegetación**

Según la clasificación realizada por Gajardo (1983), la Reserva Nacional Río Clarillo presenta las Regiones Ecológicas del Matorral y Bosques Esclerófilos y la Región Ecológica de la Estepa Altoandina. La primera presenta la Subregión del Bosque Esclerófilo, en la cual predomina la vegetación esclerófila, con bosques intervenidos mostrando diferentes estados regenerativos, en ocasiones presentan relictos del bosque laurifolio y una estrata herbácea con alta proporción de especies introducidas (CONAF, 1996).

Otra formación que es posible encontrar es el bosque esclerófilo andino, el cual está limitado por las altas pendientes de las laderas bajas y medias de la cordillera andina, lo que provoca la estratificación altitudinal súbita (ambiente muy seco en verano y muy frío en invierno). Generalmente esta formación se encuentra fuertemente intervenida, presentando matorrales en las laderas de exposición norte. Se compone principalmente por las especies arbóreas *Cryptocarya alba*, *Lithraea caustica* y *Quillaja saponaria* en las laderas intermedias y de *Kageneckia angustifolia* en las laderas altas. Dentro de esta formación es posible encontrar las asociaciones vegetales Peumo-Lingue, Peumo-Litre-Quillay, Peumo-Litre y Litre-Quillay-Suculentas (CONAF, 1996).

## 2.2 Método

### 2.2.1 Carta Ocupación de Tierras

Se realizó una Carta de Ocupación de Tierras (COT) mediante el método modificado de Etienne y Prado (1982). El área de estudio correspondió a la zona de uso intensivo de la RNRC, la que fue definida en el Segundo Plan de Manejo de la reserva realizado por CONAF en el año 1996.

Como base para realizar la COT, se utilizó una imagen satelital obtenida de Bird Eye™, (web [www.garmin.com](http://www.garmin.com)) de la Reserva Nacional Río Clarillo. Esta imagen presentó una buena resolución y color, lo que permitió una interpretación a una escala de trabajo 1:5.000.

Durante la fase de interpretación de imágenes se utilizaron los parámetros “arreglo espacial” (compuesto por tamaño, forma, patrón), “tonalidad” (uniforme, moteado, en bandas, gradual o difuso), y la “textura” (suave, fino, grueso) que presentó la imagen.

En la interpretación de imágenes se segregaron 92 unidades, las cuales fueron visitadas en terreno. De acuerdo con la metodología de la COT, en cada una de ellas se describieron las formaciones vegetales (estratificación y cobertura por tipo biológico), especies dominantes y grado de artificialización. Además, se describió la topografía, exposición, pendiente, sustrato y se identificaron todas las unidades que presentaron *R. ulmifolius*. Para estos fines se utilizó un formulario específico (Apéndice B).

Con la información obtenida en terreno se procedió a poblar una base georreferenciada (archivo shape) con la información de cada unidad vegetacional segregada en la interpretación de la imagen satelital.

Como antecedente adicional, se determinó la abundancia de *R. ulmifolius* mediante el cálculo del fitovolumen (Amandier, 1973). Esta variable constituye una aproximación a la biomasa aérea (volumen estéreo) de la especie. Este, se obtuvo multiplicando la altura media del estrato en donde se encuentra la especie y la cobertura media dentro de la unidad descrita, obteniendo valores unitarios entre 0,01 y 0,75 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>, clasificando este valor en quintiles (Cuadro 2). Finalmente, dicho valor fue multiplicado por la superficie de la unidad vegetacional invadida para obtener el fitovolumen total.

**Cuadro 2:** Clasificación de la abundancia según el rango de fitovolumen parcial de *Rubus ulmifolius*.

Tipo de Abundancia	Rango (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )
Muy alta	0,6-0,75
Alta	0,45-0,6
Media	0,3-0,45
Baja	0,15-0,3
Muy baja	0-0,15

### 2.2.2 Caracterización de las condiciones biofísicas y ambientales

Para determinar las condiciones biofísicas y vegetacionales asociadas a la invasión de *R. ulmifolius* dentro del bosque nativo ribereño se realizó una grilla de 100 puntos de muestreo de 5 metros de radio (área total 78 m<sup>2</sup>). Los puntos de muestreo fueron distribuidos en todas las unidades segregadas en la COT, distribuyendo 50 puntos de forma aleatoria y 50 puntos en zonas con presencia de *Rubus ulmifolius*.

En cada punto de muestreo se determinaron las siguientes variables:

- Presencia/Ausencia de *R. ulmifolius*.
- Cobertura del dosel.
- Hábito de crecimiento de *R. ulmifolius*.
- Altura media de los 3 árboles más próximos.
- Distancia más próxima de *R. ulmifolius* en dirección al río.
- Distancia más próxima de *R. ulmifolius* en dirección al sendero o camino principal.
- Pendiente.
- Exposición.
- Asoleamiento (radiación total).
- Textura y pH del suelo.
- Contenido gravimétrico de agua en el suelo.
- Riqueza.
- Composición de especies.

Cada punto de muestreo fue establecido mediante la toma de un punto GPS en el centro de la unidad de la COT en los casos donde no existía la presencia de zarzamora. En el caso contrario, se utilizó como centro de muestreo a la mayor concentración de *R. ulmifolius*.

La cobertura del dosel superior se determinó mediante la captura de fotografías hemisféricas con un lente ojo de pez con un ángulo de 180° a una altura de 1,8 m sobre los individuos de *Rubus ulmifolius* en el caso de las parcelas con presencia de zarzamora y al centro de la parcela en el otro caso. Posteriormente se procesaron las fotografías hemisféricas en el programa Gap Light Analyzer versión 2.0 (Frazer *et al.*, 1999). La altura media promedio de los 3 árboles más próximos a los individuos de zarzamora fue estimada con un clinómetro.

La variable distancia más próxima del o los individuos de *R. ulmifolius* hacia el río y la distancia que exista hacia los senderos o caminos principales, se determinaron mediante la obtención del punto GPS de la ubicación de *R. ulmifolius* y su posterior medición en gabinete en el Software Quantum Gis versión 2.14. La radiación total (asoleamiento) se calculó a partir de las curvas de nivel las cuales fueron procesadas en el software QuantumGis, mediante el comando “GrASS r.sun”.

La pendiente se determinó mediante la utilización de un clinómetro, mientras que la exposición fue medida con brújula en dirección hacia la pendiente. En tanto, la variable textura del suelo, se determinó con el método de Bouyoucos (Soil Survey Staff, 1999), mediante el análisis una muestra compuesta de suelo realizadas en cada punto de muestreo (Anexo 1). El contenido gravimétrico de agua en el suelo fue determinado con las mismas muestras de suelos mencionadas anteriormente.

Se determinó la riqueza y abundancia, mediante el método de Braun – Blanquet (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974), para cada punto de muestreo, determinando la cobertura de las especies (Apéndice B). Además, se realizó un análisis de frecuencia de especies en cada punto de muestreo.

### 2.2.3 Análisis de datos

#### 2.2.3.1 Modelo de Regresión logística

Se utilizó un modelo de regresión logística para explicar la probabilidad de encontrar *R. ulmifolius* en función de las variables biofísicas y vegetacionales. Para ello se utilizaron modelos generales lineales (GLM) en el programa estadístico R (R Project, 2017).

El modelo de regresión logístico consiste en determinar cuál es la probabilidad que ocurra un evento de interés (variable dependiente dicotómica) dado un conjunto de variables independientes y/o de control que puedan explicar su probabilidad de ocurrencia (Barón y Téllez, 2004). El modelo puede escribirse como:

$$\log\left(\frac{P}{1-p}\right) = b_0 + b_1x_1 + \dots + b_nx_n$$

En donde:  $p$  es la probabilidad que ocurra el evento de interés, mientras que las variables se encuentran representados con la letra “ $x$ ” y los coeficientes asociados a las variables se encuentran asociados con la letra “ $b$ ”.

La información fue analizada en el programa R Project considerando la totalidad de las variables muestreadas en el modelo regresión logística. Luego de esto, se seleccionaron las variables que presentaban una significancia de  $p < 0,05$ . Posteriormente, se analizó la bondad biológica del modelo de regresión logística mediante una función de predicción condicional para determinar su fiabilidad.

### 2.2.3.2 Similaridad y especies asociadas a la presencia de *R. ulmifolius*

Adicionalmente, se determinó la similaridad florística entre las parcelas y se estudió la posible existencia de especies asociadas a la invasión de *R. ulmifolius*. Para esto, se realizó un análisis de conglomerados, determinando la distancia euclidiana mediante el software R-project, procediendo finalmente a graficarlas.

En cuanto al análisis de la asociación de especies, este se realizó mediante la prueba de  $X^2$  (Kent, 2011), previa confección de un análisis de contingencia para cada especie analizada individualmente junto a la presencia de *R. ulmifolius* (Cuadro 3).

**Cuadro 3:** Tabla de contingencia utilizada para determinar la asociación entre *R. ulmifolius* y otras especies presentes en la zona de estudio.

		<i>Rubus ulmifolius</i>		
		+	-	
<i>Especie x</i>	+	<i>a</i>	<i>c</i>	<i>a+c</i>
	-	<i>b</i>	<i>d</i>	<i>b+d</i>
		<i>a+b</i>	<i>c+d</i>	<i>N</i>

Donde: **a**: es el número de parcelas que poseen la presencia de *R. ulmifolius* y la otra especie *x*; **b**: número de parcelas que sólo poseen la presencia de *R. ulmifolius*; **c**: número de parcelas que sólo poseen la presencia de la especie *x*; **d**: número de parcelas que no poseen la presencia de ambas especies; **N**: número total de parcelas analizadas (Kent, 2011).

Posteriormente, se realizó el cálculo de  $X^2$ , mediante el uso de la siguiente fórmula (Kent, 2011):

$$x^2 = \frac{(|ad - bc| - 0.5N)^2 \times N}{(a + b)(c + d)(a + c)(b + d)}$$

A modo de ejemplo, valores de 3,84, entregan un nivel de significancia de  $p=0,005$  mientras que valores de 6,64 de  $p=0,001$ . Por otro lado, se pudo determinar si las asociaciones encontradas eran positivas o negativas, según el símbolo de la diferencia de “ $ad-bc$ ” (Kent, 2011), en donde el símbolo negativo indica que cuando existe la especie *x*, se reduce la probabilidad de encontrar individuos de *Rubus ulmifolius*.

### 2.2.4 Proposición de medidas de control priorizadas y una estrategia de manejo para *R. ulmifolius*

Para elaborar la propuesta de medidas de control priorizadas y una estrategia de manejo, se recopiló información sobre las experiencias de control en *Rubus ulmifolius*, tanto a nivel internacional como nacional. Además, se analizaron las experiencias de control llevadas a cabo en la Reserva Nacional Río Clarillo, determinando la eficiencia de las medidas realizadas en el Programa de Sistematización y Evaluación Crítica de las Acciones de

Conservación realizadas en la Reserva Nacional Rio Clarillo durante el periodo 2013-2016 (Elorza, 2016). Estas se sistematizaron y ordenaron teniendo en consideración: sus ámbitos de aplicación, costos, compatibilidad con los objetivos de una ASP y su eficacia.

En cuanto al análisis de prioridad, este se realizó mediante la confección de una carta temática a partir de la información recabada en la COT y la elaboración de un análisis multicriterio. En dicho análisis se determinó la importancia de las variables a través de un proceso analítico y fueron clasificados en una escala valorativa como se muestra en el Cuadro 4.

**Cuadro 4:** Prioridad y valor asignado a los atributos de interés.

Prioridad	Valor asignado
Alta	3
Media	2
Baja	1

Las variables seleccionadas, fueron clasificadas en componentes y luego se asignaron porcentajes de importancia relativa para cada componente y a su vez a cada variable seleccionada dentro del componente. Dentro del componente vegetación se seleccionó la variable abundancia de *Rubus ulmifolius* y la presencia de especies en categoría de conservación, otorgando una mayor preponderancia a esta última variable (60%). Por otra parte, se seleccionaron las zonas de merienda como zonas altamente prioritarias para realiza el control de zarzamora, dados los inconvenientes que provocan sobre los visitantes de la reserva (Cuadro 5).

**Cuadro 5:** Tabla multicriterio con las variables a utilizar en la determinación de las zonas prioritarias para el control de *R. ulmifolius*. CCT: especies en categoría de conservación.

Componente	Importancia relativa componente (%)	Variable	Importancia relativa variable (%)	Atributo de interés	Valor
Vegetación	80%	Abundancia	40%	Baja	1
				Media	2
				Alta	3
		Presencia de Especies en CCT	60%	Ausencia	1
				Presencia	3
Zonas turísticas	20%	Zonas de merienda	100%	Presencia	3

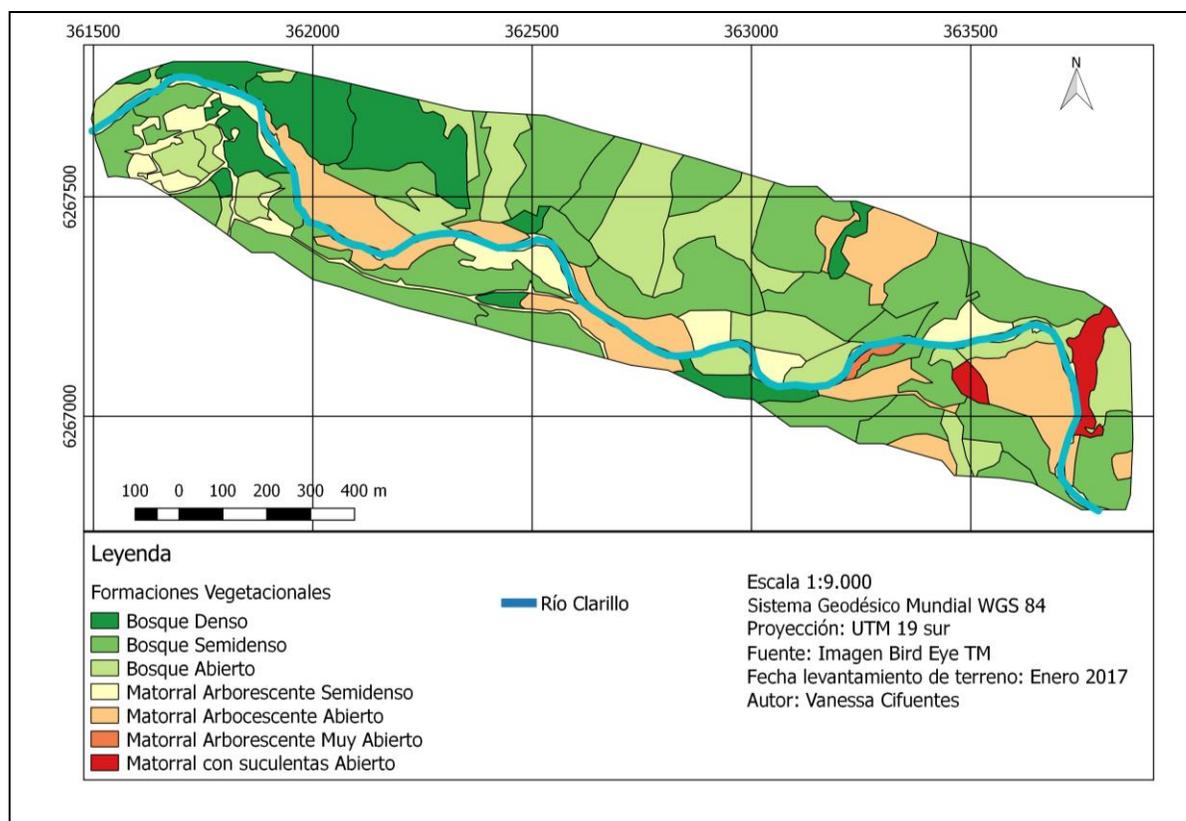
### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Formaciones Vegetacionales afectadas por la invasión de *R. ulmifolius*

La formación vegetal más afectada por la invasión de *R. ulmifolius* es el bosque semidenso, seguido por el matorral arborescente abierto y el matorral arborescente semidenso (Cuadro 6). Es importante destacar que dentro de la zona de uso intensivo el 12% de la superficie total posee bosque denso, la cual no ha sido invadida por zarzamora, lo cual indicaría la preferencia de la especie por sectores abiertos (Figura 2).

**Cuadro 6:** Formaciones vegetacionales afectados por la invasión de *Rubus ulmifolius*.

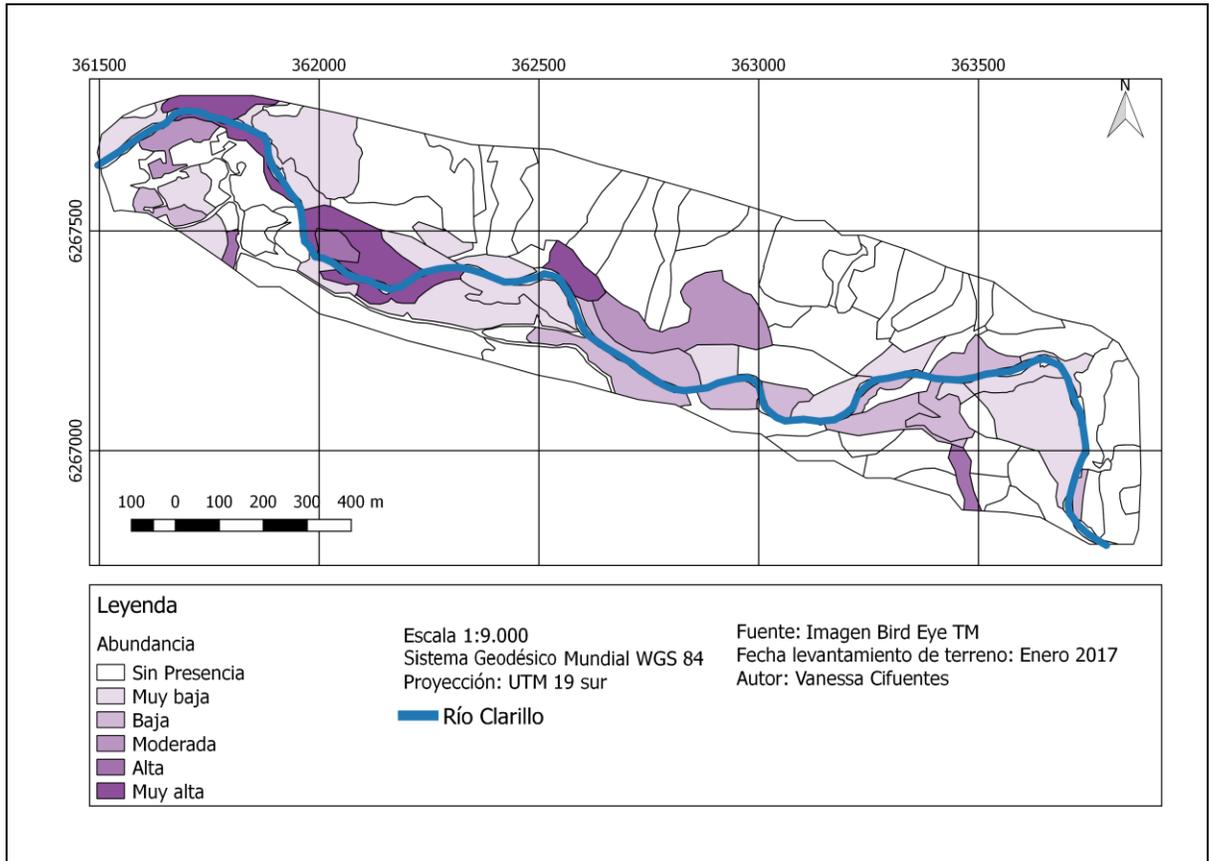
Formación vegetal	Superficie total (ha)	Superficie afectada (ha)	Porcentaje afectado (%)
Matorral con Suculentas Abierto	2,1	-	-
Matorral Arborescente Muy Abierto	0,4	0,4	1,0
Matorral Arborescente Abierto	14,0	10,5	26,6
Matorral Arborescente Semidenso	13,6	6,8	17,3
Bosque Abierto	22,1	6,3	16,0
Bosque Semidenso	44,2	15,5	39,3
Bosque Denso	13,6	-	-
<b>Total</b>	<b>110,0</b>	<b>39,4</b>	<b>100,0</b>



**Figura 2:** Formaciones vegetacionales presentes en la zona de uso intensivo de la RNRC.

### 3.2 Distribución y abundancia de *R. ulmifolius*

Se determinó que la especie invasora *R. ulmifolius* se encuentra ubicada al borde del río Clarillo, abarcando un ancho variable de aproximadamente 60 m (Figura 3). Además, se estableció que existen 39,5 ha de formaciones vegetaciones con presencia de *R. ulmifolius* dentro de su composición florística (35,6% de la superficie de total de la zona de uso intensivo de la RNRC).



**Figura 3:** Presencia y abundancia de *R. ulmifolius* dentro de la zona de uso intensivo de la RNRC, según el rango de fitovolumen ( $m^3/m^2$ ). La escala corresponde a: Muy baja: 0-0,15; Baja: 0,15-0,30; Media: 0,30-0,45; Alta: 0,45-0,60; Muy alta: 0,60-0,75.

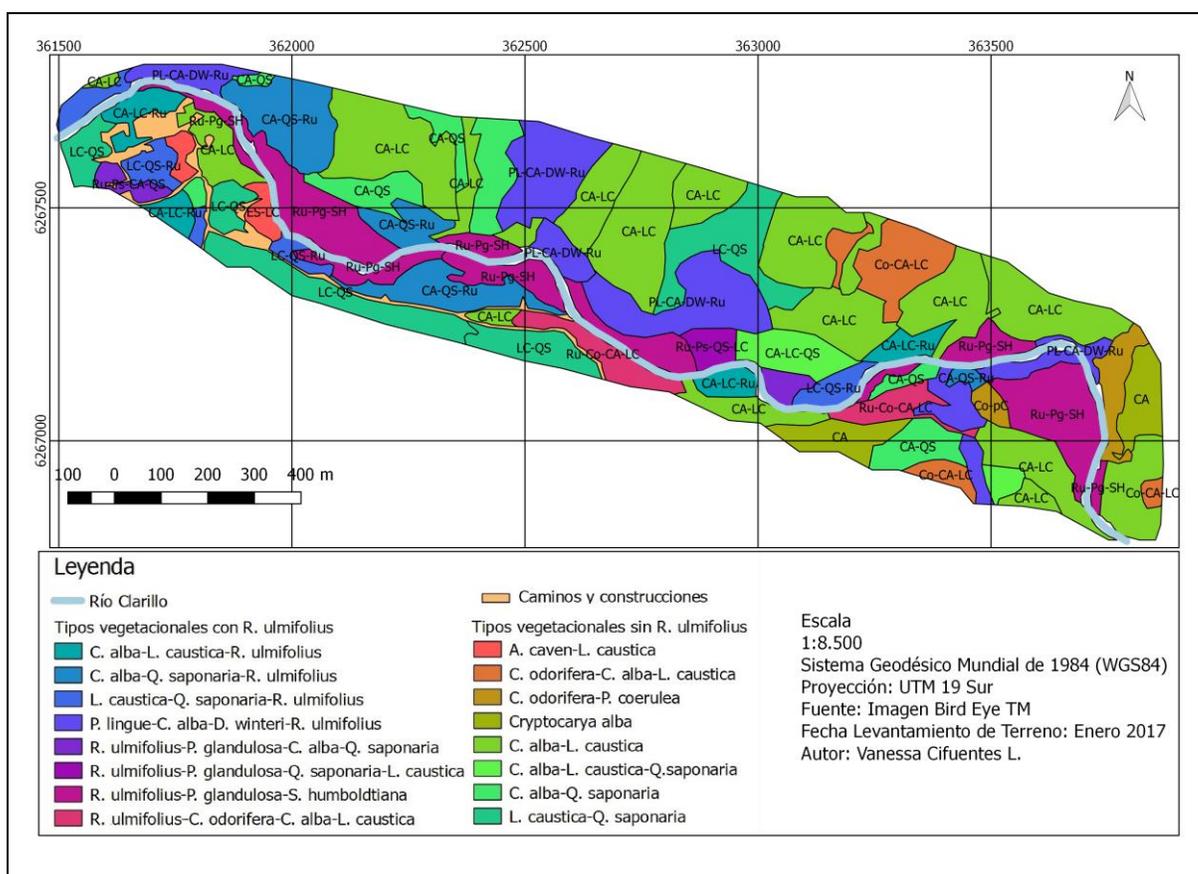
*R. ulmifolius* presenta un alto fitovolumen que se concentra en sólo 5,2 ha, lo que se debe principalmente a la altura que alcanza en la estrata arbustiva de la especie que alcanza dentro de esa formación vegetal (Cuadro 7).

**Cuadro 7:** Abundancia de *R. ulmifolius* y su superficie dentro de la zona de uso intensivo, con fitovolumen unitario ( $m^3/m^2$ ) y total en ( $Mm^3$ ).

Tipo de Abundancia	Superficie	Porcentaje	Fitovolumen unitario	Fitovolumen total
Muy alta	5,21	4,69	0,675	35,2
Alta	1,26	1,13	0,525	6,6
Moderada	5,05	4,55	0,375	18,9
Baja	8,61	7,76	0,225	19,4
Muy baja	19,35	17,43	0,075	14,5
Sin Abundancia de zarzamora	71,49	64,43	-	-
<b>Total</b>	<b>110,97</b>	<b>100</b>		<b>94,6</b>

### 3.3 Tipos vegetacionales invadidos por *R. ulmifolius*

A continuación, se describen y ubican los tipos vegetacionales invadidos por la especie *R. ulmifolius* y en forma complementaria se representan cartográficamente aquellos tipos que no son afectados (Figura 4).



**Figura 4:** Tipos vegetacionales presentes en la zona de uso intensivo de la RNRC. Códigos: AC: *Acacia caven*; CA: *Cryptocarya alba*; DW: *Drimys winteri*; LC: *Lithraea caustica*; QS: *Quillaja saponaria*; PL: *Persea lingue*; SH: *Salix humboldtiana*; Co: *Colliguaja odorifera*; Pg: *Psoralea glandulosa*; Ru: *Rubus ulmifolius*; pC: *Puya coerulea*.

### ***Cryptocarya alba-Quillaja saponaria-Rubus ulmifolius***

Esta formación abarca una superficie de 7 ha y se ubica mayoritariamente en la parte oeste de la zona de uso intensivo de la reserva, prefiriendo sectores planos y bajas laderas con pendientes suaves (5-10%), sin exposición definida. Respecto al sustrato donde se desarrolla, este es terroso-rocoso. La formación corresponde a bosques abiertos a semidensos. Están dominados por *Cryptocarya alba* y *Quillaja saponaria*, cuyas alturas se fluctúan 4 y 12 metros. También es posible encontrar algunos individuos arbóreos de *Acacia caven* y *Salix humboldtiana* con coberturas muy bajas con alturas de 2 a 4 metros. En la estrata arbustiva se encuentran individuos de *Rubus ulmifolius* en coberturas bajas (7,5-17,5%) entre 0,5 y 2 metros de altura. Además, se pueden encontrar individuos de *Colliguaja odorífera* y *Cestrum parqui*. En tanto la estrata herbácea puede estar compuesta por *Adiantum chilense*, *Gnaphalium undulatum* y *Mutisia subulata*. En situaciones de baja cobertura de las especies arbóreas dominantes, se incorpora *Echinopsis chiloensis* en muy bajas coberturas (<5%).

### ***Lithraea caustica-Quillaja saponaria-Rubus ulmifolius***

Esta formación comprende una superficie de 3,1 ha y se ubica mayoritariamente en la parte oeste de la zona de uso intensivo de la reserva, prefiriendo bajas laderas con pendientes suaves (5-10%) y exposiciones mayoritariamente noreste y surestes. Respecto al sustrato donde se desarrolla, este es terroso-arenoso. La formación corresponde a bosques abiertos a semidensos dominados por *Lithraea caustica* y *Quillaja saponaria*, cuyas alturas van desde los 4 a 8 metros. En la estrata arbustiva se presentan individuos de *Rubus ulmifolius* de 1 a 2 metros, en coberturas medias (17,5-37,5%). La zarzamora se encuentra asociada a las especies *Psoralea glandulosa* y *Escallonia illinita*, aunque también, se pueden presentar algunos individuos de *Baccharis linearis* y *Baccharis salicifolia*. Esta formación no presenta estrata herbácea, sin embargo, es posible encontrar individuos de *Echinopsis chiloensis*.

### ***Cryptocarya alba-Lithraea caustica-Rubus ulmifolius***

Esta formación abarca una superficie de 3,2 ha y se ubica en la parte oeste y este de la zona de uso intensivo de la reserva, prefiriendo terrazas y bajas laderas de pendientes suaves (5-10%) y sin exposición o sureste. Respecto al sustrato en donde se desarrolla, este es terroso-arenoso. La formación corresponde a un bosque semidenso dominado por *Cryptocarya alba* y *Lithraea caustica*, cuyas alturas van desde los 4 a 8 metros. En la estrata arbustiva es posible encontrar individuos de *Rubus ulmifolius* de entre 0,5 y 2 metros, con coberturas muy variables (2,5-37,5%). Además de *R. ulmifolius* se pueden encontrar individuos de *Escallonia illinita*, *Psoralea glandulosa* y *Equisetum chilense*. En tanto la estrata herbácea puede estar compuesta por *Adiantum chilense*, *Blechnum chilense* y *Cortaderia rudiscula*.

### ***Persea lingue-Cryptocarya alba-Drimys winteri-Rubus ulmifolius***

Esta formación comprende una superficie de 8,6 ha y se ubica mayoritariamente en la parte centro este de la zona de uso intensivo de la reserva en sectores cercanos al lecho del río y/o en quebradas, prefiriendo bajas laderas con pendientes suaves y medianas (5-25%) y

exposiciones mayoritariamente sur y suroeste. Se desarrolla sobre un sustrato terroso-arenoso con presencia de piedras. La formación corresponde a bosque abierto, semidenso y denso donde dominan *Persea lingue*, *Cryptocarya alba* y *Drimys winteri*, con alturas que oscilan entre 4 a 12 metros. También es posible encontrar en bajas cantidades individuos de *Maytenus boaria*, *Lithraea caustica*, *Aristotelia chilensis* y *Luma chequen* en los estratos inferiores. En la estrata arbustiva es posible encontrar individuos de *Rubus ulmifolius* en coberturas medias (17,5-37,5%) de alturas de 0,5-1 m a más de 2 metros, dado que la especie tiende a trepar en individuos de *P. lingue* y *D. winteri*. En el estrato arbustivo se pueden encontrar las especies *E. illinita* y *P. glandulosa*. En tanto la estrata herbácea está compuesta por *Adiantum chilense*, *Cortaderia rudiscula* y *Gnaphalium undulatum*.

### ***Rubus ulmifolius*-*Psoralea glandulosa*-*Salix humboldtiana***

Esta formación abarca una superficie de 12,8 ha y se ubica a lo largo del lecho del río, prefiriendo sectores planos y bajas laderas con pendientes suaves (0-5%) sin exposición o con exposiciones norte. Respecto al sustrato en donde se desarrolla, este es arenoso-rocoso. La formación corresponde a un matorral arborescente abierto a semidenso de la comunidad arbustiva de *Rubus ulmifolius* y *Psoralea glandulosa* acompañadas en el estrato arbóreo por la especie dominante *Salix humboldtiana*, la cual presenta alturas de entre 2 a 8 metros. Esta formación también presenta como especies arbóreas acompañantes *Maytenus boaria*, *Quillaja saponaria*, *Lithraea caustica* y *Cryptocarya alba*. *R. ulmifolius* posee alturas de aproximadamente 2 metros, con coberturas superiores a 37,5%. Por otra parte, el estrato arbustivo también se compone de las especies *Escallonia illinita*, *Escallonia pulverulenta*, *Baccharis linearis* y el arbusto trepador *Muelenbeckia hastulata*. En tanto, en el estrato herbáceo se presentan de las especies *Cortaderia rudiscula*, *Adiantum chilense* y *Blechnum hastatum*.

### ***Rubus ulmifolius*-*Psoralea glandulosa*-*Cryptocarya alba*-*Quillaja saponaria***

Esta formación comprende una superficie de 1,2 ha y se ubica cercana al lecho río en la zona este y oeste de la reserva, en sectores planos sin exposición, desarrollándose sobre sustrato en donde se desarrolla, este es arenoso-rocoso. La formación corresponde a una formación de matorral arborescente semidenso y a la comunidad arbustiva de *Rubus ulmifolius* y *Psoralea glandulosa* acompañadas en el estrato arbóreo por las especies dominantes *Cryptocarya alba* y *Quillaja saponaria*, cuyas alturas van desde 4 a 8 metros. Esta formación posee una gran cobertura de zarzamora (50%), cuya altura varía desde 1 a 2 metros. También presenta algunos individuos arbóreos de *Maytenus boaria* y *Acacia caven*. También se incorpora en el estrato arbustivo las especies *Escallonia illinita* en bajas coberturas. En tanto, el estrato herbáceo se compone de las especies *Gnaphalium undulatum*, *Lactuca serriola* y *Adiantum chilense*.

### ***Rubus ulmifolius-Colliguaja odorifera-Cryptocarya alba-Lithraea caustica***

Esta formación abarca una superficie de 2,9 ha y se ubica cercana al lecho río en la zona centro y oeste de la reserva, prefiriere sectores planos sin exposición, respecto al sustrato en donde se desarrolla, este es arenoso-rocoso. La formación corresponde a un matorral arborescente abierto de la comunidad arbustiva de *Rubus ulmifolius* y *Colliguaja odorifera* las cuales son acompañadas en el estrato arbóreo por *Cryptocarya alba* y *Lithraea caustica*, cuyas alturas van desde 2 a 4 metros. También presenta algunos individuos arbóreos de *Salix humboldtiana* y *Quillaja saponaria*. En el estrato arbustivo se presenta zarzamora con una cobertura media de 25%, cuya altura varía desde 0,5 a 1 metro también se presenta *Tessaria absinthioides* en bajas coberturas. En tanto, el estrato herbáceo no se encuentra representado por ninguna especie, sin embargo, es posible encontrar las suculentas de *Puya Coerulea* y *Echinopsis chiloensis*.

### **3.4 Condiciones biofísicas y vegetacionales asociadas a la presencia de *R. ulmifolius***

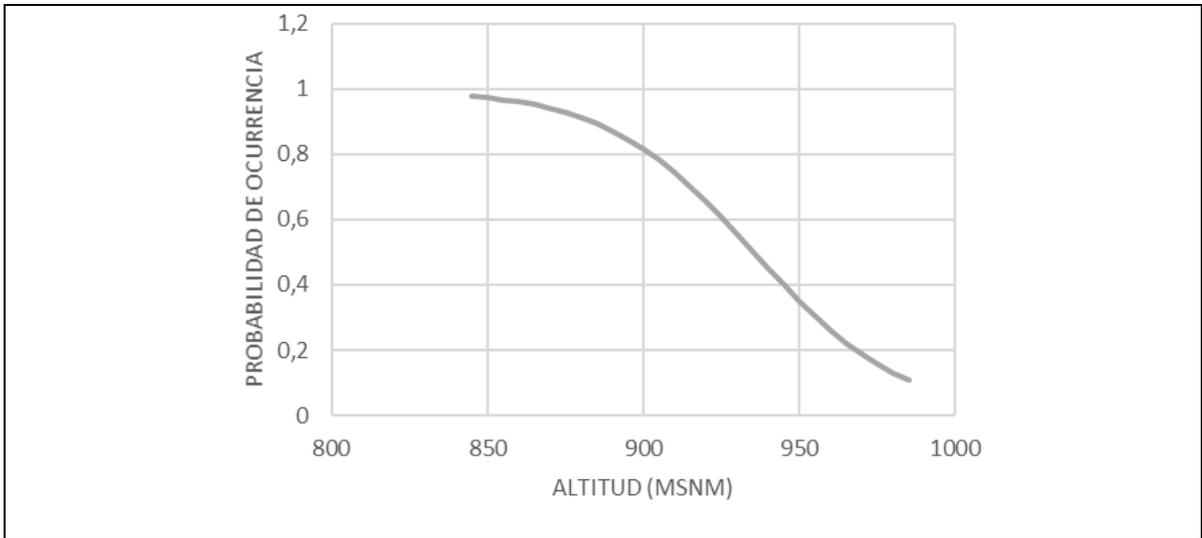
#### **3.4.1 Modelo de regresión logística binario**

En el análisis de regresión logística se encontró que el mejor conjunto de variables predictoras que explican la presencia de *Rubus ulmifolius* son la altitud, la riqueza de especies de formación vegetal y la distancia de esta especie al curso del río (Cuadro 8).

**Cuadro 8:** Variables predictoras presentes en el modelo de regresión logística binaria y su significancia.

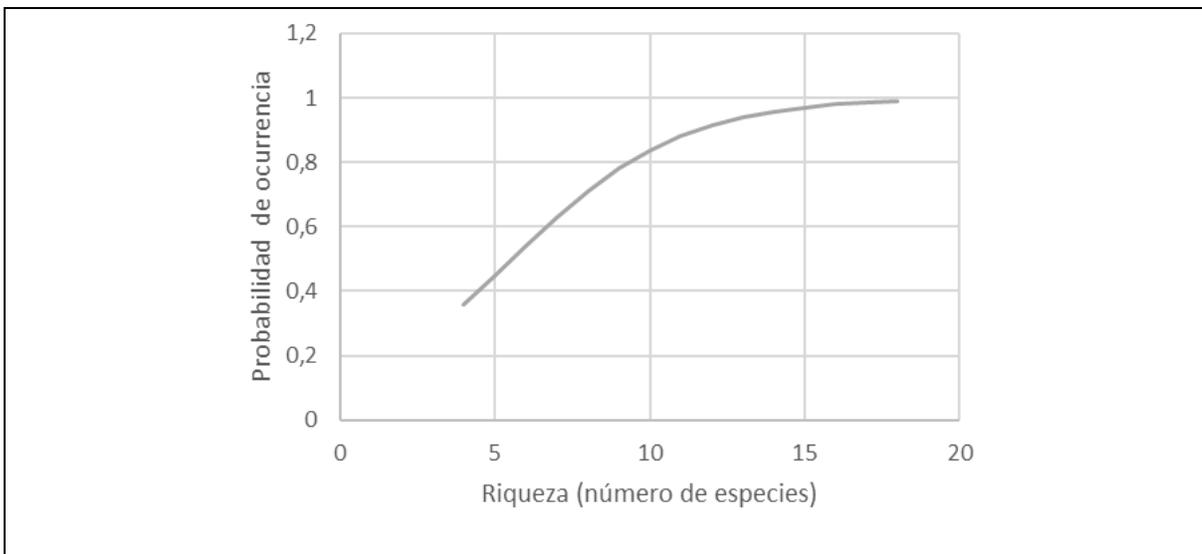
<b>Variable</b>	<b>B</b>	<b>Error estándar</b>	<b>valor z</b>	<b>Significancia</b>
Distancia al curso	-0,021524	0,007647	-2,815	0,00488
Altitud	-0,042190	0,012928	-3,263	0,00110
Riqueza	0,370625	0,127366	2,910	0,00362
Intercepto	36,248479	11,17122	3,245	0,00118

Dentro de estas variables, la más significativa es la altitud presentando un valor inicial de  $P = 0,0011$ . Esta variable influye de forma negativa en la presencia de zarzamora, es decir, a mayor altitud se reduce la posibilidad de encontrarla. Al simular datos, el modelo indica que, pasados los 935 metros de altitud, la probabilidad de encontrar individuos de *R. ulmifolius* se reduce (Figura 5). Sin embargo, esto podría ligarse a la actividad antrópica más que al efecto biofísico de la altitud sobre la presencia de *Rubus ulmifolius*.



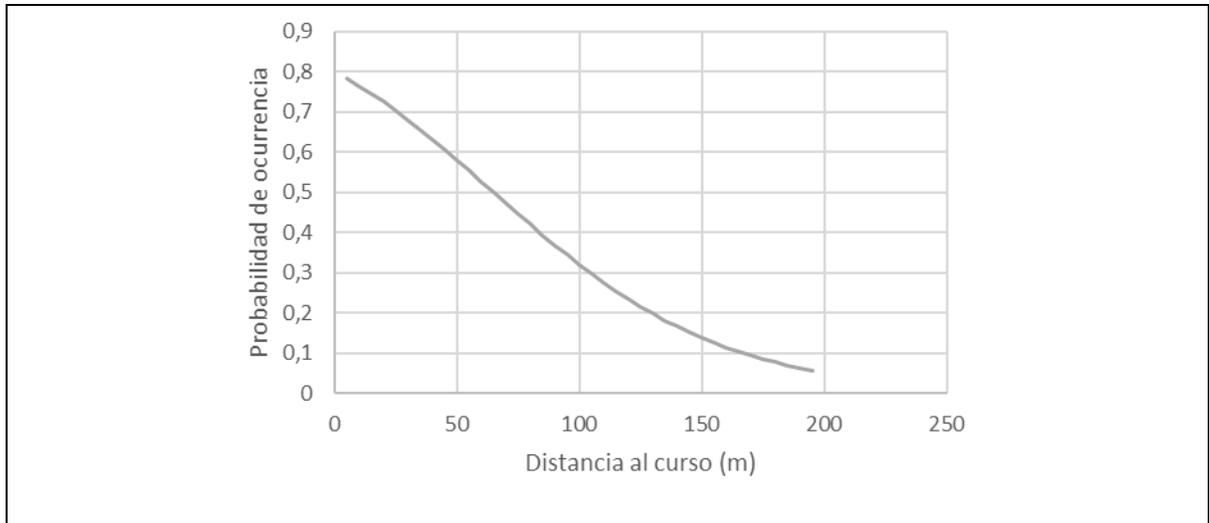
**Figura 5:** Probabilidad de ocurrencia de *R. ulmifolius* con la altitud (msnm).

Le sigue en importancia la riqueza ( $P = 0,0036$ ), incidiendo de forma positiva dentro de la presencia de *R. ulmifolius*, es decir, es más probable encontrar zarzamora en formaciones vegetales que poseen una mayor riqueza florística. Al simular los datos de esta variable, el modelo indica que, al tener la parcela un número de especies entre 4 y 9, la probabilidad de encontrar individuos de *R. ulmifolius* crece sostenidamente, para posteriormente seguir creciendo a tasas decrecientes (Figura 6)



**Figura 6:** Probabilidad de ocurrencia de *R. ulmifolius* con la riqueza (número de especies).

Finalmente, con una menor importancia se ubica la variable distancia al curso con un valor de  $P = 0,00488$ , la cual incide de forma negativa en la presencia de *R. ulmifolius*. Al simular los datos, se encuentra que es poco probable encontrar *R. ulmifolius* más allá de los 150m desde el curso del río (Figura 7).



**Figura 7:** Probabilidad de ocurrencia de *R. ulmifolius* al aumentar la distancia al curso de agua.

### 3.4.2 Pronóstico del modelo

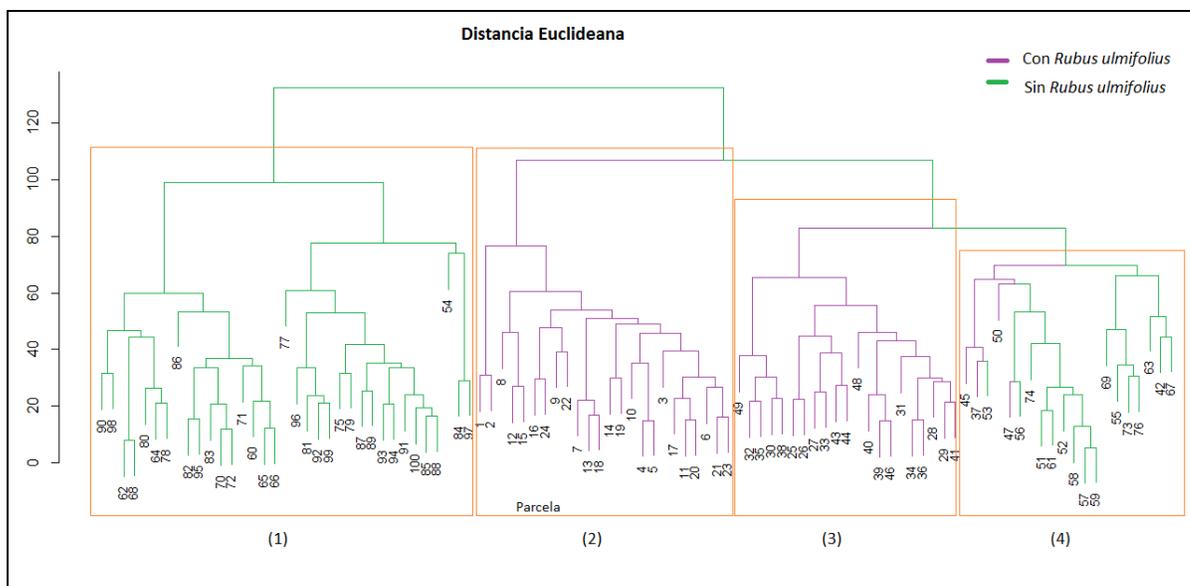
Las interacciones de las variables en el modelo generan un pronóstico general de 87%, en donde existe el 90% de probabilidad de pronosticar de forma correcta la presencia de *R. ulmifolius* y el 84% de pronosticar correctamente la ausencia de la especie (Cuadro 9).

**Cuadro 9:** Pronóstico del modelo de regresión logística ajustado a partir de las parcelas realizadas. Todos los valores en porcentaje.

		Pronosticado		
		Ausencia	Presencia	Porcentaje Correcto
Observado	Ausencia	42	8	84
	Presencia	5	45	90
	Global			87

### 3.5 Similaridad y especies asociados a *R. ulmifolius*

A partir del análisis de conglomerados de las 100 parcelas muestreadas, se conformaron 4 conglomerados principales que caracterizan la presencia de *R. ulmifolius*, en donde el conglomerado 1 no posee en su composición *R. ulmifolius*, abarcando el 36% del total de las parcelas. Por otro lado, el conglomerado 2 y 3, presentan individuos de *Rubus ulmifolius* (24% y 22% respectivamente). Finalmente, el conglomerado 4 presenta parcelas con (5%) y sin la presencia de zarzamora (13%) (Figura 8).



**Figura 8:** Análisis de conglomerados, según la presencia de *R. ulmifolius* en la composición de especies. Método distancia Euclídeana. En paréntesis se indican los 4 conglomerados segregados.

El conglomerado 1 se caracteriza por presentar en su composición las especies *Cryptocarya alba*, *Lithraea caustica*, *Quillaja saponaria*, *Colliguaja odorífera*, *Escallonia pulverulenta*. A su vez, el conglomerado 2 engloba los sectores más húmedos, donde se ubican *Persea lingue*, *Drimys winteri*, *Luma chequen*, *Aristotelia chilensis* y *Blechnum hastatum*. En este contexto las coberturas de *Rubus ulmifolius* varían entre 10% a 25% aproximadamente.

Por otra parte, el conglomerado 3 abarca los sectores próximos a la caja de río, donde *R. ulmifolius* afecta a *Salix humboldtiana*, *Psoralea glandulosa*, *Maytenus boaria*, *Cortaderia rudiscula*, *Baccharis salicifolia*, *Juncus acutus* y *Escallonia illinita*. También pueden verse afectados individuos aislados de *Quillaja saponaria*. Este conglomerado presenta coberturas de *Rubus ulmifolius* que varían entre 15% a 35% aproximadamente. Por último, el conglomerado 4, que representa una mezcla de parcelas invadidas y no invadidas por *R. ulmifolius*, se caracteriza por presentar una dominancia arbórea de *Cryptocarya alba* y *Lithraea caustica*, con una baja presencia de *R. ulmifolius* (<10%).

En cuanto a las especies asociadas a la presencia de *Rubus ulmifolius*, se determinó que *Persea lingue*, *Blechnum hastatum* y *Luma chequen* presentan una asociación positiva ( $P < 0,005$ ) (Cuadro 10), las cuales corresponden al tipo vegetacional “Bosque de *Persea lingue*-*Cryptocarya alba*-*Drimys winteri*”.

**Cuadro 10:** Especies que presentan una asociación positiva con *R. ulmifolius*.

<b>Especie</b>	<b>X<sup>2</sup> calculado</b>	<b>p-valor</b>
<i>Persea lingue</i>	5,44	<0,005
<i>Blechnum hastatum</i>	5,53	<0,005
<i>Luma chequen</i>	5,53	<0,005
<i>Maytenus boaria</i>	7,09	<0,001
<i>Drimys winteri</i>	7,81	<0,001
<i>Juncus acutus</i>	10,21	<0,001
<i>Aristotelia chilensis</i>	11,29	<0,001
<i>Baccharis salicifolia</i>	14,46	<0,001
<i>Escallonia illinita</i>	16,63	<0,001
<i>Muehlenbeckia hastulata</i>	16,84	<0,001
<i>Cortaderia rudiscula</i>	18,06	<0,001
<i>Psoralea glandulosa</i>	26,24	<0,001
<i>Salix humboldtiana</i>	27,49	<0,001

En tanto, las otras especies que presentan un mayor nivel de asociación ( $P < 0,001$ ) son *Maytenus boaria*, *Drimys winteri*, *Juncus acutus*, *Aristotelia chilensis*, *Baccharis salicifolia*, *Escallonia illinita*, *Muehlenbeckia hastulata*, *Cortaderia rudiscula*, *Psoralea glandulosa* y *Salix humboldtiana*, siendo estas tres últimas especies, las que presentan un mayor nivel de asociación. Lo anterior, se condice con los tipos vegetacionales encontrados en la COT, confirmando que la presencia de *Rubus ulmifolius* está asociada a condiciones hidrófilas dentro de la Reserva.

Por otra parte, las especies que presentan una asociación negativa son *Colliguaja odorifera*, *Escallonia pulverulenta* y *Adiantum chilense* ( $p < 0,005$ ), mientras que las especies *Lithraea caustica*, *Cryptocarya alba*, *Festuca acanthophylla* y *Equisetum bogotense*, presentan una asociación aún más negativa ( $p < 0,01$ ). Cabe destacar que este conjunto de especies se presenta mayoritariamente en ambientes más secos, a excepción de *Cryptocarya alba* y *Equisetum bogotense* que se distribuyen en ambientes más húmedos (Cuadro 11).

Si bien, las especies *Lithraea caustica* y *Cryptocarya alba*, son ampliamente afectadas por *Rubus ulmifolius*, estas se encuentran distribuidas prácticamente por toda el área de estudio, lo cual, puede indicar que la presencia de *R. ulmifolius* no las afecta sensiblemente.

**Cuadro 11:** Especies que presentan una asociación negativa con *R. ulmifolius*.

<b>Especie</b>	<b>X<sup>2</sup> calculado</b>	<b>p-valor</b>
<i>Colliguaja odorifera</i>	4,43	<0,005
<i>Escallonia pulverulenta</i>	4,97	<0,005
<i>Adiantum chilense</i>	5,44	<0,005
<i>Lithraea caustica</i>	10,34	<0,001
<i>Cryptocarya alba</i>	10,34	<0,001
<i>Festuca acanthophylla</i>	16,84	<0,001
<i>Equisetum bogotense</i>	20,29	<0,001

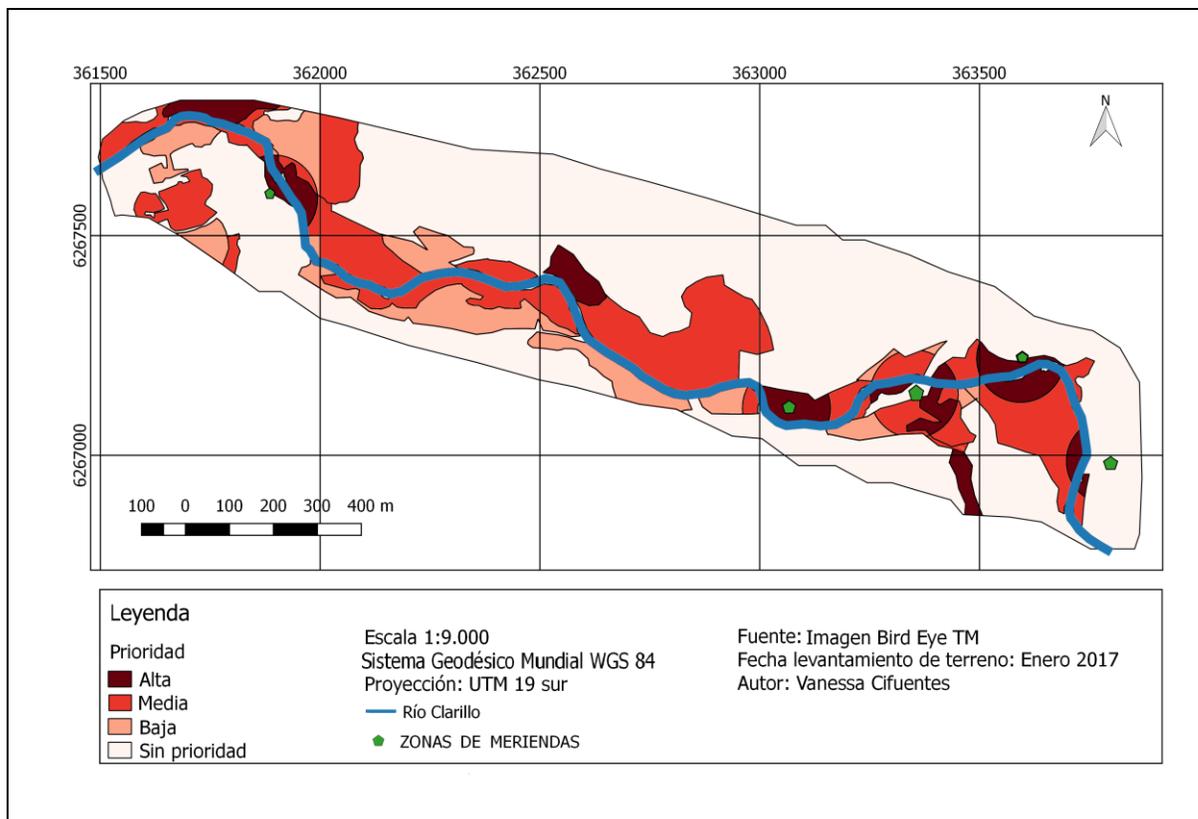
### **3.6 Zonas prioritarias para el control y manejo de *R. ulmifolius***

#### **3.6.1 Zonas prioritarias para el control de *R. ulmifolius***

Luego de realizar el análisis para definir las zonas prioritarias para el control de *Rubus ulmifolius* se determinó que existen 6,6 ha con prioridad alta para el control de la especie, las cuales requieren acciones inmediatas. Esto debido a que una gran abundancia de zarzamora pone en riesgo la presencia de las especies en categoría de conservación vulnerable en la Región Metropolitana, como *Drimys winteri* y *Persea lingue* (MMA, 2013). Por otro lado, afecta al uso de zonas de meriendas dentro de la Reserva Nacional Río Clarillo, debido a la gran abundancia de esta especie invasora.

Por otra parte, se identificaron 21 ha con prioridad media para el control de *Rubus ulmifolius*. En dicha superficie se encuentra una gran abundancia de zarzamora, alterando la mayor parte de las zonas ribereñas de la zona de uso intensivo de la reserva. Dado que esta zona no presenta especies en categoría de conservación se propone realizar medidas de control a mediano plazo.

Por último, se definieron 11 ha con prioridad baja para el control, en las cuales se prescriben medidas de control a largo plazo para *Rubus ulmifolius*, dado que dichas zonas presentan una baja abundancia de zarzamora además de no encontrarse cercanas a las zonas de merienda de la reserva (Figura 9).



**Figura 9:** Zonas prioritarias definidas para control de *R. ulmifolius*, en la RNRC.

### 3.6.2 Estrategia de Manejo zona de uso intensivo de la RNRC

Se plantea realizar actividades de control de la especie invasora a corto, mediano y largo plazo según la prioridad asignada y el tipo de formación afectada por la presencia de *R. ulmifolius*. Para su control, se propone combinar un tratamiento mecánico y uno químico. El primer tratamiento consiste en el derraigamiento o el corte en la base de los brotes de zarzamora a 20 ó 30 cm para poder disminuir la cobertura y densidad de los arbustos. Lo anterior, se puede realizar por medios mecanizados, manuales o con tracción animal. Posteriormente se propone aplicar el herbicida Triclopyr al 1,5% mediante una bomba de espalda asegurando el cubrimiento completo de los individuos de *R. ulmifolius*. En el caso de que las plantas de *R. ulmifolius* superen los dos metros de altura, se recomienda cortar la parte aérea en la temporada otoño-invierno y luego esperar los rebrotes de primavera para aplicar el herbicida (Espinoza, 2009).

Adicionalmente a estas medidas, se propone la extracción de los frutos de *R. ulmifolius*, con el fin de disminuir la cantidad de propágulos potenciales. Dada la constante y fácil dispersión de sus frutos mediante zocoria. Finalmente, es posible realizar un enriquecimiento ecológico con especies higrófilas y esclerófilas, según corresponda el tipo vegetacional afectado. A continuación, se describen las medidas a realizar según el tipo de prioridad.

En la zona de prioridad alta para el control de *Rubus ulmifolius* se plantea realizar un por medios químicos y mecánicos con una frecuencia semestral, en las temporadas de

principios de otoño y finales de primavera, por un periodo de 5 años hasta lograr el control de la especie en las formaciones afectadas (Cuadro 12). Además, dado el uso turístico de la zona de uso intensivo y la presencia de especies en categoría de conservación se debe realizar un enriquecimiento con las mismas especies arbóreas y arbustivas presentes en cada formación. Las especies a utilizar para este fin deben ser de proveniencia del vivero de la reserva.

**Cuadro 12:** Actividades a realizar según formación y tipo vegetacional en zonas con prioridad alta.

Prioridad	Periodo de acción	Formación y Tipo vegetacional	Tipo de actividad
Alta	Corto plazo	Bosque <i>Persea lingue-Cryptocarya alba-Drimys winteri-Rubus ulmifolius</i>	Control mecánico y químico, extracción de frutos y enriquecimiento
		Bosque <i>Lithraea caustica-Quillaja saponaria-Rubus ulmifolius</i>	
		Matorral Arborescente <i>Salix humboldtiana-Rubus ulmifolius-Psoralea glandulosa</i>	
		Matorral Arborescente <i>R. ulmifolius-Psoralea glandulosa-Cryptocarya alba-Quillaja saponaria</i>	

En la zona de prioridad media, se plantea realizar un control químico y mecánico una vez al año, a fines de verano por un periodo de 3 años hasta que se logre controlar la presencia de zarzamora dentro de las formaciones mencionadas en el Cuadro 13.

**Cuadro 13:** Actividades a realizar según formación y tipo vegetacional en zonas con prioridad media.

Prioridad	Periodo de acción	Formación y tipo vegetacional	Tipo de actividad
Media	Mediano plazo	Bosque <i>Cryptocarya alba-Quillaja saponaria-R. ulmifolius</i>	Control mecánico y químico, extracción de frutos
		Bosque <i>Cryptocarya alba-Lithraea caustica-Rubus ulmifolius</i>	
		Bosque <i>Cryptocarya alba-Quillaja saponaria-Rubus ulmifolius</i>	
		Bosque de <i>Lithraea caustica-Quillaja saponaria- R. ulmifolius</i>	
		Matorral Arborescente <i>R. ulmifolius-Colliguaja odorifera-Cryptocarya alba-Lithraea caustica</i>	

En la zona con prioridad baja se plantea realizar un control químico y mecánico una vez al año, por un periodo de 3 años hasta que se logre controlar la presencia de zarzamora dentro de las formaciones mencionadas en el Cuadro 14.

**Cuadro 14:** Actividades a realizar según formación y tipo vegetacional en zonas con prioridad baja.

Prioridad	Periodo de acción	Formación y tipo vegetacional	Tipo de actividad
Baja	Largo Plazo	Bosque de <i>Cryptocarya alba</i> - <i>Quillaja saponaria</i> - <i>R. ulmifolius</i>	Control mecánico y químico, extracción de frutos
		Bosque de <i>Cryptocarya alba</i> - <i>Lithraea caustica</i> - <i>R. ulmifolius</i>	
		Bosque de <i>Lithraea caustica</i> - <i>Quillaja saponaria</i> - <i>R. ulmifolius</i>	
		Matorral Arborescente de <i>R. ulmifolius</i> - <i>Colliguaja odorifera</i> - <i>Cryptocarya alba</i> - <i>Lithraea caustica</i>	
		Matorral Arborescente de <i>Salix humboldtiana</i> - <i>R. ulmifolius</i> - <i>Psoralea glandulosa</i>	
		Matorral Arborescente de <i>R. ulmifolius</i> - <i>Psoralea glandulosa</i> - <i>Cryptocarya alba</i> - <i>Quillaja saponaria</i>	
		Matorral Arborescente de <i>R. ulmifolius</i> - <i>Psoralea glandulosa</i> - <i>Quillaja saponaria</i> - <i>Lithraea caustica</i>	

### 3.7 Discusión

#### 3.7.1 Ubicación de las poblaciones de *R. ulmifolius*

Según lo señalado por Mazzolari y Comparatore (2014) en un estudio de invasión de *Rubus ulmifolius* dentro de la Reserva Integral Laguna de los Padres en Argentina, la especie se encuentra presente a las orillas de un cuerpo de agua, presentando una situación similar a la estudiada. Sin embargo, las comunidades vegetales de la reserva argentina poseen una riqueza menor a la encontrada en las parcelas realizadas en la Reserva Nacional Río Clarillo (6 a 9 especies en promedio por parcela), lo cual se cree que es debido a la constante dispersión de propágulos por el agua del río Clarillo.

Respecto al porcentaje invadido en la Isla Robinson Crusoe, existe una proporción de invasión de la asociación *Rubus ulmifolius*-*Aristotelia chilensis* de un 16,8% dentro de la superficie total de la Isla, en la cual el porcentaje de bosques corresponde a un 22% (Díaz, 2013). Esta proporción de invasión es menor a la encontrada en la zona de uso intensivo de la reserva (35%) sugiriendo al factor antrópico como una de las causas del aumento de las tasas de invasión. Smith-Ramírez *et al.*, (2017), infiere que la superficie invadida por

asociación *Rubus ulmifolius*-*Aristotelia chilensis* puede ser aún mayor, dado que el estudio realizado por Díaz (2013), no consideró la superficie invadida bajo el dosel arbóreo, dado que estudio fue realizado mediante el análisis imágenes satelitales. Lo anterior posiciona a la Carta de Ocupación de Tierras como un método más apropiado para determinar la extensión de invasión.

### **3.7.2 Condiciones biofísicas y vegetacionales asociados a *R. ulmifolius***

Las variables biofísicas y vegetacionales encontradas en la Isla Robinson Crusoe indican que la presencia de *R. ulmifolius* es explicada por la dinámica de claros, en dónde la especie coloniza claros menores a 150 m de diámetro, y su ocurrencia está relacionada con perturbaciones naturales a micro y pequeña escala. Además, su presencia está influenciada por la altitud, pendiente y profundidad de la hojarasca (Arellano, 2012). En tanto, se cree que la invasión de zarzamora dentro de la RNRC se debe a las crecidas del río Clarillo, dado que la especie posee un extenso sistema radicular que le permite regular sus necesidades de agua. Además, la especie es capaz de adaptarse a la sequía a través de su capacidad para mantener una fuerte conductancia estomática y regulación hidráulica (McDowell y Turner 2002).

Por otra parte, Giorgis *et al.* (2011) en un estudio realizado en las montañas recientemente invadidas por un grupo de especies alóctonas, incluida *R. ulmifolius* en la Sierra Grande, Córdova, Argentina, concluye mediante un modelo de regresión logística que los factores que inciden en la presencia de especies invasoras leñosas son: laderas de exposición este, cercanía a dispersión de propágulos, baja altitud, bajas posiciones topográficas y pendientes pronunciadas.

Si bien, algunas de las variables presentadas en el modelo de esta memoria difieren con las presentadas por Giorgis *et al.* (2011), cabe señalar, que los autores no consideraron la totalidad de las variables significativas, dado que el modelo ya era lo suficientemente estable. Así estos autores dejaron fuera variables como la distancia a los ríos, fisiografía, insolación, rugosidad del paisaje y unidades de vegetación. Cabe mencionar, que los modelos de regresión logística binaria permiten la selección de las variables por distintos métodos, los cuales finalmente quedan sujetos al criterio del tomador de decisiones, por lo cual pueden existir ciertos sesgos al tratar de encontrar el mejor ajuste del modelo.

El estudio de Giorgis *et al.* (2011) señaló que *Rubus ulmifolius* fue encontrada en alturas de hasta 1.920 msnm, cubriendo hasta un 70% de las parcelas realizadas. Esto demuestra que la especie puede alcanzar altitudes superiores a las encontradas dentro de la reserva (931msnm). Frente a lo anterior, Becker *et al.*, (2015), señala que las especies invasoras pueden adaptarse y en su invasión pueden avanzar en altitud, al transcurrir el tiempo desde su introducción. Esto podría generar la colonización de zarzamora a otros ecosistemas de la reserva de mayor altitud si no se realiza un control adecuado de la especie.

También es importante señalar que, las variables obtenidas en el modelo de regresión logística están correlacionadas con la distancia al río de la especie, es decir, que las variables altitud y riqueza, están influenciadas por dicha condición ecológica, lo cual

implicaría que el modelo sólo se podría utilizar en ecosistemas similares a los presentados en este estudio. Es decir, áreas con la presencia de cursos o cuerpos de agua.

Respecto a las especies asociadas a la invasión de *Rubus ulmifolius*, se identificó que la especie *Aristotelia chilensis* se encuentra asociada con zarzamora según los estudios realizados en la Isla Robinson Crusoe (Arellano, 2012; Vargas, 2013; Smith-Ramirez, *et al.*, 2017). Del mismo modo, se encontró que la especie *Juncus acutus* se encuentra presente en baja cobertura (6,6%) en las parcelas realizadas en la Reserva Integral Laguna de los padres (Mazzolari y Comparatore, 2014), al igual que en la RNRC. En el mismo sitio de estudio, se identificaron dos especies del género *Baccharis* y *Salix*, las cuales tendrían características similares a *Baccharis salicifolia* y *Salix humboldtiana*, ambas especies fuertemente asociadas con *R. ulmifolius* en la RNRC. Cabe destacar que, dado el alto grado de endemismo de las especies presentes en la zona de estudio, no existiría una composición similar a la encontrada en otros estudios extranjeros.

### **3.7.3 Medidas de control priorizadas y estrategia de manejo**

En cuanto a la priorización de las medidas de control para *R. ulmifolius*, se destaca que existen grandes diferencias entre la propuesta realizada en este estudio y el de Mazzolari y Comparatore (2014), debido a que el estudio realizado en la Reserva Laguna de los Padres plantea realizar medidas a largo plazo. La cantidad de especies nativas encontradas en las parcelas con presencia de zarzamora y la presencia de especies en categoría de conservación, son mayores en este estudio, lo cual hace que sea muy importante aplicar medidas de control inmediatamente a pesar de los altos costos que estas implican.

Por otra parte, es importante destacar que, si bien las medidas de control químicas y mecánicas realizadas en el estudio anterior presentaron un alto porcentaje de efectividad (prácticamente un 98%) (Mazzolari y Comparatore, 2014), se ha detectado que el uso de herbicidas basados en glifosato puede contaminar fuentes de agua potable, el aire y las precipitaciones, siendo capaz de permanecer en fuentes de agua por un tiempo de semanas e inclusive años. Además, se ha clasificado a este herbicida de amplio espectro como cancerígeno (Myers *et al.*, 2016). Por lo cual, se debiera descartar la utilización de este químico dentro de la Reserva.

Aunque, se plantea posterior al control de zarzamora realizar un enriquecimiento con las especies pertenecientes al tipo vegetal de las zonas controladas, puede que estas medidas no sean lo suficientemente eficaces para evitar la erosión de suelo. Esto debido, a que estudios indican que en la mayoría de los casos es posible que se generen problemas de erosión de suelos, en los sitios donde se controlaron especies invasoras (PNUD, 2016), por lo cual es imprescindible que se realicen medidas de protección al suelo y promover la aparición de cobertura vegetal. Sin embargo, dichas acciones pueden generar costos muy altos.

Si bien, el uso de ganado permite el control de la zarzamora sin la utilización de químicos, se ha descartado su utilización dentro de la Reserva, dado que este tipo de acciones puede

generar impacto sobre la vegetación aledaña y sobre las propiedades del suelo. Además, la presencia de ganado es un vector para la introducción de especies alóctonas.

Para evitar los altos costos en el control de las especies invasoras y reducir sus impactos sobre el ecosistema, es muy importante crear nuevas estrategias que apunten a reducir el riesgo de introducción de nuevas especies invasoras, controlar las invasiones existentes y fomentar la capacidad legislativa y operativa para implementar dichas estrategias (Van Wilgen y Forsyth 2012; Mazzolari y Comparatore, 2014). Es importante considerar la temprana detección y a la prevención temprana de especies exóticas invasoras para evitar los daños ecológicos y económicos.

Por otra parte, es necesario fortalecer la conciencia en la ciudadanía y el compromiso público, como lo indica el Comité Operativo para el Control de las Especies Exóticas Invasoras (2014). Para ello es necesario integrar los conceptos asociados a las especies exóticas invasoras, conociendo su definición, sus impactos y qué hacer para mitigar el problema generado por éstas. Además, se debería enseñar la distinción de las especies nativas y exóticas y la valoración de la diversidad nativa, en todos los niveles educativos de nuestro país.

#### 4. CONCLUSIONES

Las poblaciones de *Rubus ulmifolius* se encuentran ubicadas al borde del río Clarillo en un ancho variable de aproximadamente 60 m, lo que equivale a una superficie de 39,5 ha. Esto representa 35,6% de la superficie de total de la zona de uso intensivo de la RNRC.

Se determinó que las formaciones vegetacionales más afectadas por la invasión de la especie *R. ulmifolius*, son el bosque semidenso, el matorral arborescente abierto y el matorral arborescente semidenso. A nivel de tipos vegetacionales, los más afectados son *Psoralea glandulosa-Salix humboldtiana* y *Persea lingue-Cryptocarya alba-Drimys winteri*. Este último tipo vegetacional posee las especies en categoría de conservación “vulnerable” como *Drimys winteri* y *Persea lingue* en la Región Metropolitana. A nivel de especie *R. ulmifolius* afecta mayoritariamente a especies nativas y endémicas del bosque semidenso.

La invasión de *R. ulmifolius* se asocia con la altitud, con una mayor riqueza florística y a una mayor cercanía a los cursos agua, no representando una amenaza para los sectores más secos del área de estudio.

*R. ulmifolius* se asocia a las especies *Persea lingue*, *Drimys winteri*, *Luma chequen*, *Aristotelia chilensis* y *Blechnum hastatum* en los sectores con mayor humedad ubicados en bajos de laderas. En sectores rocosos de cajas de río, se asocia con *Salix humboldtiana*, *Psoralea glandulosa*, *Maytenus boaria*, *Cortaderia rudiscula*, *Baccharis salicifolia*, *Juncus acutus* y *Escallonia illinita* y en quebradas ubicadas a media ladera de los cerros con *Cryptocarya alba* y *Lithraea caustica*.

Se propone aplicar medidas de control para *R. ulmifolius* priorizadas considerando de máxima prioridad aquella vegetación con presencia de especies en categoría de conservación y/o sectores alta abundancia de la especie, en las inmediaciones de las zonas de merienda al interior de la RNRC. Con prioridad media se consideran las zonas con una abundancia media de *Rubus ulmifolius* y/o sectores cercanos a las zonas de merienda. Aquellas zonas con menor abundancia de la especie se consideraron de baja prioridad.

Como medida de manejo se proponen una combinación de tratamientos químico y mecánico y la extracción de frutos de la especie. Además, una vez controlada la invasión los terrenos se deberían repoblar con las especies afectadas por la invasora. Finalmente, se recomienda realizar un constante monitoreo del avance o retroceso de *R. ulmifolius*.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- AMANDIER, L., 1973. Bases phyto-écologiques pour l'aménagement du paysage du Massif des Alberes (PO). *DDAPO, éditions de Catalogne. Perpignan*. Montpellier. 88p.
- ARELLANO, G., 2012. Evaluación de la dinámica de invasión de *Aristotelia chilensis* (Elaeocarpaceae) y *Rubus ulmifolius* (Rosaceae) en claros de dosel en un bosque de la Isla Robinson Crusoe, Archipiélago de Juan Fernández, Chile. Universidad de Chile, Santiago, 2012.
- BARÓN, F. y TÉLLEZ, F. 2004. Apuntes de bioestadística: Tercer ciclo en Ciencias de la Salud y Medicina. *Málaga*. 10-30.
- BECKER, T. DIETZ H, BILLETTER R, BUSCHMANN H y EDWARDS PJ. 2005. Altitudinal distribution of alien plant species in the Swiss Alps. *Perspect Plant Ecol* 7, pp.173–183.
- CAVIERES., A. (ed), 2011. Programa Conservación de la Biodiversidad Archipiélago Juan Fernández. Sistematización del estado actual del conocimiento, Archipiélago Juan Fernández Sitio prioritario para la Conservación de la Biodiversidad. Santiago. 50pp.
- CASTROVIEJO, S. 1987. *Flora ibérica*. Género *Rubus*. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid (5). 28-30.
- COMITÉ OPERATIVO PARA EL CONTROL DE LAS ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS, 2014. Estrategia Nacional Integrada para la Prevención, el Control y/o Erradicación de las Especies Exóticas Invasoras. Ministerio del Medio Ambiente. Santiago. 26.
- CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAF), 1996. Plan de Manejo Reserva Nacional Río Clarillo, Unidad de Gestión del Patrimonio Silvestre. Documento de trabajo N°247. Santiago. 117pp.
- D'ANTONIO, C. y MEYERSON, L. 2002. Exotic plant species as problems and solutions in ecological restoration: A synthesis. *Restoration Ecology*, 10, 703–713.
- DAVIS, M., GRIME, J. y THOMPSON, K. 2000. Fluctuating resources in plant communities: a general theory of invasibility. *Journal of Ecology*, 88(3), 528-534.
- DÍAZ, I. 2013. Análisis y modelación de la evolución espacio-temporal de la invasión de *Rubus ulmifolius*, *Aristotelia chilensis* y *Ugni molinae*, en la Isla Robinson Crusoe., Universidad de Chile, Santiago, 2013.
- Di CASTRI, F. 1968. Esquisse écologique du Chili. En: Delamare CL y E Rapoport (eds) *Biologie de l'Amérique australe*: 7-52. Editions Centre National de la Recherche Scientifique, Paris.

- DIDHAM, R., TYLIANAKIS, J., HUTCHISON, M., EWERS, R. y GEMMELL, N. 2005. Are invasive species the drivers of ecological change? *Trends in Ecology and Evolution*, 20(9), 470-474.
- DOMÈNECH, R., VILÀ, M., GESTI, J. y SERRASOLES, I. 2006. Neighborhood association of *Cortaderia selloana* invasion, soil properties and plant community structure in Mediterranean coastal grasslands. *Acta Oecologica*, 29, 171–177.
- EHRENFELD, J. 2003. Efecto de las invasiones de plantas exóticas en los procesos de reciclaje de nutrientes del suelo. *Ecosistemas*, 6, 503-523.
- ELORZA, F. (ed)., 2016. Sistematización y Evaluación Crítica de las Acciones de Conservación Realizadas en la Reserva Nacional Río Clarillo. Región Metropolitana. CONAF, Santiago. 58p.
- ESPINOZA, N. 2009. Zarcamora: Ecología y Control. Instituto de Investigaciones agropecuarias (INIA) Tierra Adentro revista número 35660, 50-52.
- ETIENNE, M. y PRADO, C. 1982. Descripción de la vegetación mediante la cartografía de ocupación de tierras, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales. ed, Ciencias Agrícolas. Santiago de Chile. 33-50.
- FRAZER, G., CANHAM, C. y LERTZMAN, K. 1999. Gap Light Analyzer (GLA): Imaging software to extract canopy structure and gap light transmission indices from true-colour fisheye photographs, user's manual and program documentation. Copyright © 1999: Simon Fraser University, Burnaby, British Columbia, and the Institute of Ecosystem Studies, Millbrook, New York.
- GAJARDO, R. 1983. Sistema Básico de Clasificación de la Vegetación Nativa Chilena. Universidad de Chile, Fac. Cs. Agrarias, Veterinarias y Forestales. Santiago, Chile. 315.
- GIORGIS, M., TECCO, P., CINGOLANI, A., RENISON, D., MARCORA, P. y PAIARO, V. 2011. Factors associated with woody alien species distribution in a newly invaded mountain system of central Argentina. *Biological Invasions*, 13(6), 1423-1434.
- GUTIÉRREZ, H. 2014. Análisis del control actual de las especies invasoras *Rubus ulmifolius* y *Aristotelia chilensis* y propuestas de mejora. Consultoría para el Proyecto GEF N°83266. GEF/MMA/PNUD. “Fortalecimiento de los Marcos Nacionales para la Gobernabilidad de las Especies Exóticas Invasoras: Proyecto Piloto en el Archipiélago de Juan Fernández”, Ministerio del Medio Ambiente PNUD. Santiago. 28.
- HAGEN, E., ODUM, P., JOHOW, F. y WAINSTEIN, M. 2005. Conservación del picaflor de Juan Fernández *Sephanoides fernandensis*, especie endémica en peligro de extinción. Informe Interno CONAF. American Bird Conservancy. 10.
- HEJDA, M., PYŠEK, P. y JAROŠÍK, V. 2009. Impact of invasive plants on the species richness, diversity and composition of invaded communities. *J. Ecol.* 97, 393–403

INVASIVE SPECIES SPECIALIST GROUP (ISSG), 2016. Ficha *Rubus ulmifolius*. [en línea]: < [http://www.issg.org/pdf/inv\\_of\\_week/rubulm.pdf](http://www.issg.org/pdf/inv_of_week/rubulm.pdf) >. Consultado en 14 de septiembre de 2016.

KENT, M. 2011. *Vegetation description and data analysis: a practical approach*. John Wiley & Sons. NY.112-114 p.

KOGAN, M. y FIGUEROA, R. 1998. Manejo de Malezas y uso Seguro de Herbicidas en Plantaciones de Pino. Colección de Extensión, Pontificia Universidad Católica de Chile. 42.

KOLAR, C. y LODGE, D. M. 2001. Progress in invasion biology: predicting invaders. *Trends in ecology y evolution*, 16(4), 199-204.

LEVINE, J. VILÀ., M. D'ANTONIO, C., DUKES, J., GRIGULIS, K. y LAVOREL, S., 2003. Mechanisms underlying the impact of exotic plant invasions. *Proc. R. Soc. London, serie B*, 270.,775-781.

MACK, R., SIMBERLOFF, D., LONSDALE, W., EVANS, H., CLOUT, M. y BAZZAZ, F. 2000. Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences, and control. *Ecol. Appl.* 10, 689–710.

MASSON, S., MESLÉARD, F. y DUTOIT, T., 2015. Using Shrub Clearing, Draining, and Herbivory to Control Bramble Invasion in Mediterranean Dry Grasslands. *Environmental management*, 56(4), 933-945.

MAZZOLARI, A. COMPARATORE, V. y BEDMAR, F. 2011. Control of elmleaf blackberry invasion in a natural reserve in Argentina. *Journal For Nature Conservation*. 19(2011) 185–191.

MAZZOLARI, A. y COMPARATORE, V. 2014. Invasión de *Rubus ulmifolius* (Rosaceae) en la reserva integral Laguna de los Padres, Buenos Aires, Argentina: bases para el trazado de estrategias de manejo y recuperación del bosque nativo. *BioScriba* 7, 19–29.

MCDOWELL, S., y TURNER, D. 2002. Reproductive effort in invasive and non-invasive *Rubus*. *Oecol* 133:102–111

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (MMA), 2013. Clasificación de especies. Ficha *Persea lingue* [En línea] <[http://www.mma.gob.cl/clasificacionespecies/fichas7proceso/fichas\\_pac/Persea\\_lingue\\_P07.pdf](http://www.mma.gob.cl/clasificacionespecies/fichas7proceso/fichas_pac/Persea_lingue_P07.pdf)> Consultado: 10 de noviembre 2017

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (MMA), 2013. Clasificación de especies. Ficha *Drimys winteri* [En línea] <[http://www.mma.gob.cl/clasificacionespecies/fichas13proceso/fichas-inicio/Drimys\\_winteri\\_INICIO\\_13RCE.pdf](http://www.mma.gob.cl/clasificacionespecies/fichas13proceso/fichas-inicio/Drimys_winteri_INICIO_13RCE.pdf)> Consultado: 10 de noviembre 2017

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE ECUADOR, 2016. “Proyecto de control y erradicación de especies invasoras prioritarias para la reducción de la vulnerabilidad de especies endémicas y nativas de las islas Galápagos”. [En línea]<[http://www.galapagos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/08/Proyecto\\_control\\_y\\_errad.pdf](http://www.galapagos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/08/Proyecto_control_y_errad.pdf)>. Consultado: 27 de noviembre 2017.

MUELLER-DOMBOIS, D., y ELLENBERG, H. 1974. Aims and methods of Vegetation ecology. John Wiley & Sons, New York, 54, 7.

MYERS, J., ANTONIOU, M., BLUMBERG, B., CARROLL, L., COLBORN, T., EVERETT, L. y VANDENBERG, L. 2016. Concerns over use of glyphosate-based herbicides and risks associated with exposures: a consensus statement. *Environmental Health*, 15(1), 19.

NOBIS, A., ŽMIHORSKI, M. y KOTOWSKA, D. 2016. Linking the diversity of native flora to land cover heterogeneity and plant invasions in a river valley. *Biological Conservation*, 203, 17-24.

PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo), 2016. “Valoración económica del impacto de siete especies exóticas invasoras sobre los sectores productivos y la biodiversidad en Chile”. Santiago de Chile, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Santiago. 68-72.

QGIS DEVELOPMENT TEAM, 2013. QGIS 1.8.0 Geographic Information System User Guide. Open Source Geospatial Foundation Project. Electronic document: <<http://docs.qgis.org/1.8/pdf/QGIS-1.8-UserGuide-en.pdf>>

QUIROZ, D. 2007. Distribución Espacial Natural de Especies Arbóreas Introducidas en la Cuenca del Cerro San Ramón de la Región Metropolitana. Repositorio Académico - Universidad de Chile.

QUIROZ, C., PAUCHARD, A., MARTICORENA, A. y CAVIERES, L., 2009. Manual de plantas invasoras del Centro-Sur de Chile. Laboratorio de Invasiones Biológicas (LIB), Concepción, Chile. 8-17.

R CORE TEAM., 2013. A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. [<http://www.R-project.org/>].

REJMÁNEK, M, 2015. Invasion of *Rubus praecox* (Rosaceae) is promoted by the native tree *Aristotelia chilensis* (Elaeocarpaceae) due to seed dispersal facilitation/La invasión de *Rubus praecox* (Rosaceae) es promovida por el árbol nativo *Aristotelia chilensis* (Elaeocarpaceae) debido a la facilitación de la dispersión de semillas. *Gayana. Botanica*, 72(1), 27.)

- RICHARDSON, D. y PYŠEK, P., 2006. Plant invasions: merging the concepts of species invasiveness and community invasibility. *Progress in Physical Geography*, 30(3), 409-431.
- SMITH-RAMÍREZ, C., VARGAS, R., CASTILLO, J., MORA, J. P. y ARELLANO-CATALDO, G. 2017. Woody plant invasions and restoration in forests of island ecosystems: lessons from Robinson Crusoe Island, Chile. *Biodiversity and Conservation*, 1-18.
- SCOTT, J., YEOH, P. y KNIHINICKI, D. 2008. Redberry mite, *Acalitus essigi* (Hassan) (Acari: Eriophyidae), an additional biological control agent for *Rubus* species (blackberry)(Rosaceae) in Australia. *Australian Journal of Entomology*, 47(3), 261-264.
- SOIL SURVEY STAFF, 1998. Keys to Soil Taxonomy. USDA-, Natural Resources Conservation Service, Washington DC, USA. 8th. ed. 326 p.
- SOLERVICENS, J. 2014. Coleópteros de la Reserva Nacional Río Clarillo, en Chile Central: Taxonomía, Biología y Biogeografía. 478p.
- TOCKNER, K. y STANFORD, J. 2002. Riverine flood plains: present state and future trends. *Environmental conservation*, 29(03), 308-330.
- VARGAS, R. 2013. Endemic forest of Robinson Crusoe Island, Chile. Gap vegetation, tree regeneration and competition of invasive species, baseline for restoration (Doctoral dissertation, Faculty of Environment and Natural Resources, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Alemania). 65-76.
- VÁLERY, L., FRITZ, H., LEFEUVRE, J. y SIMBERLOFF, D. 2008. In search of a real definition of the biological invasion phenomenon itself. *Biological Invasions*, 10, 1345–1351.
- VAN WILGEN, B. y FORSYTH, G. 2012. An assessment of the effectiveness of a large, national-scale invasive alien plant control strategy in South Africa. *Biological*
- VILÀ, M., ESPINAR, J., HEJDA, M., HULME, P., JAROŠÍK, V., MARON, J. y PYŠEK, P. 2011. Ecological impacts of invasive alien plants: a meta-analysis of their effects on species, communities and ecosystems. *Ecology letters*, 14(7), 702-708.
- WEBSTER, C., JENKINS, M. y JOSE, S. 2006. Woody invaders and the challenges they pose to forest ecosystems in the eastern United States. *J. For.* 104 (7), 366–374.
- WILLIAMS K., WESTRICK L. y WILLIAMS B. 2006. Effects of blackberry (*Rubus discolor*) invasion on oak population dynamics in a California savanna. *Forest Ecology and Management* 228: 187– 196.

## 6. APÉNDICES

**Apéndice A.** Especies encontradas en las parcelas realizadas en la zona de uso intensivo de la Reserva Nacional Río Clarillo y su status.

Especie	nombre común	Status
<i>Acacia caven</i>	espino	Nativa
<i>Adesmia arborea</i>		endémica
<i>Adesmia aspera</i>		Nativa
<i>Adesmia confusa</i>		Nativa
<i>Adiantum chilensis</i>		Nativa
<i>Aira sp</i>		Exótica
<i>Anthemis cotula</i>		Exótica
<i>Aristotelia chilensis</i>	maqui	Nativa
<i>Azara dentata</i>		Endémica
<i>Azara petiolaris</i>		Endémica
<i>Azorella spinosa</i>		Endémica
<i>Baccharis cóncava</i>	vautro	Nativa
<i>Baccharis linearis</i>	romerillo	Nativa
<i>Baccharis salicifolia</i>		Nativa
<i>Baccharis vernalis</i>		Endémica
<i>Berberis actinacantha</i>		Endémica
<i>Blechnum chilense</i>	costilla de vaca	Nativa
<i>Blechnum hastatum</i>		Nativa
<i>Boquila trifoliata</i>		Nativa
<i>Bromus berteroi</i>		Nativa
<i>Buddjela globosa</i>	matico	Nativa
<i>Calceolaria thyrsoiflora</i>		Endémica
<i>Cestrum parqui</i>	palqui	Nativa
<i>Chaetanthera moenchioides</i>		Nativa
<i>Cheilantes glauca</i>		Nativa
<i>Chenopodium sp.</i>		
<i>Cissus striata</i>	pilpil-voqui	Nativa
<i>Colliguaja integerrima</i>		Nativa
<i>Colliguaja odorifera</i>	colliguay	Endémica
<i>Conyza bonaerensis</i>		Exótica
<i>Cortaderia rudiusscula</i>	coiron	Nativa
<i>Cryptocarya alba</i>	peumo	Endémica
<i>Cuscuta chilensis</i>	cabello de ángel	Nativa
<i>Dactylis glomerulata</i>	pasto miel	Exótica

Especie	Nombre común	Status
<i>Dioscorea variifolia</i>	jaboncillo	Endémica
<i>Drimys winteri</i>	canelo	Endémica
<i>Echinopsis chiloensis</i>	quisco	Endémica
<i>Ephedra chilensis</i>		Nativa
<i>Equisetum bogotense</i>		Nativa
<i>Eringium paniculatum</i>		Nativa
<i>Eriochloa montevidensis</i>		Nativa
<i>Escallonia alpina</i>		Nativa
<i>Escallonia illinita</i>		Endémica
<i>Escallonia pulvurulenta</i>		Endémica
<i>Festuca tunicata</i>		Endémica
<i>Foeniculum vulgare</i>		Nativa
<i>Galium aparine</i>		Exótica
<i>Galium eriocarpium</i>		Nativa
<i>Galium trichiocarpun</i>		Endémica
<i>Gamochaeta stachifolia</i>		Nativa
<i>Gnaphalium philippii</i>		Nativa
<i>Gunnera tinctoria</i>		Nativa
<i>Hapopplapus macroenceohalus</i>		Endémica
<i>Helenium aromaticum</i>		Endémica
<i>Hordeum murimun</i>		Nativa
<i>Juncus acutus var leopoldi</i>		Nativa
<i>Kageneckia angustifolia</i>	frangel	Endémica
<i>Kageneckia oblonga</i>	bollén	Endémica
<i>Lactuca serriola</i>		Exótica
<i>Lathyrus subandinus</i>		Nativa
<i>Lithraea caustica</i>	litre	Endémica
<i>Loasa triloba</i>	ortiga caballuna	Nativa
<i>Lobelia tupa</i>	tabaco del diablo	Endémica
<i>Luma chequen</i>	chequén	Endémica
<i>Maytenus boaria</i>	maitén	Nativa
<i>Melica violácea</i>		Endémica
<i>Muehlenbeckia hastulata</i>	quilo	Nativa
<i>Mutisia Latifolia var.latifolia</i>	clavel de campo	Endémica

Especie	Nombre común	Status
<i>Mutisia subulata</i>	clavel de campo	Nativa
<i>Otholobium glandulosum</i>	culén	Endémica
<i>Oxalis micantra</i>		Nativa
<i>Persea lingue</i>	lingue	Nativa
<i>Petrorhagia-dubia</i>		Exótica
<i>Peumus boldus</i>	boldo	Endémica
<i>Phacelia secunda</i>		Nativa
<i>Poa holciformes</i>		Nativa
<i>Podanthus mitique</i>		Endémica
<i>Podanthus ovatifolius</i>	mitique	Endémica
<i>Populus sp.</i>	álamo	Exótica
<i>Proustia cuneifolia var. cinera</i>	huañil	Endémica
<i>Prunella vulgaris</i>		Exótica
<i>Prunus armeniaca</i>	albaricoque	Exótica
<i>Puya alpestris</i>		Nativa
<i>Puya courelea</i>		Endémica
<i>Quillaja saponaria</i>	quillay	Endémica
<i>Retamilla trinervia</i>		Endémica
<i>Rosa rubiginosa</i>		Exótica
<i>Rubus ulmifolius</i>		Exótica
<i>Rumex crispus</i>		Exótica
<i>Salix humboldtiana</i>	sauce amargo	Nativa
<i>Schinus latifolius</i>	molle	Endémica
<i>Schinus polygamus</i>	huingán	Nativa
<i>Solanum nigrum</i>		Exótica
<i>Stachys albicaulis</i>		Nativa
<i>Stipa sp.</i>		
<i>Stachys grandidentata</i>		Endémica
<i>Tessaria absinthioides</i>	brea	Nativa
<i>Tetraglochin alatum</i>	horizonte	Nativa
<i>Teucrium bicolor</i>	oreganillo	Endémica
<i>Tropaeolum tricolor</i>		Endémica
<i>Tweedia birostrata</i>		Endémica
<i>Verbascum thapsus</i>		Exótica
<i>Vulpia myuros</i>		Exótica



Códigos utilizados para definir la exposición en la COT.

Código	Exposición
0	Plano
1	N
2	NE
3	E
4	SE
5	S
6	SW
7	W
8	NW

Códigos utilizados para definir la pendiente en la COT.

Código	Pendiente	(%)
0	Plano	0 - 5
1	Suave	5 -10
2	Mediana	45-93
3	Mod. Fuerte	25 -50
4	Fuerte	50-100
5	Muy fuerte	> 100

Códigos utilizados para definir el sustrato en la COT.

Código	Sustrato
1	Terroso
2	Rocoso
3	Pedregoso
4	Orgánico
5	Arenoso
6	Otro

Códigos utilizados para definir la cobertura de la vegetación en la COT.

Código	% Cobertura
1	1 – 5
2	5 – 10
3	10 – 25
4	25 – 50
5	50 - 75
6	> 75

Códigos utilizados para definir el grado de artificialización en la COT.

Código	Grado de artificialización
1	Vegetación clímax
2	Vegetación preclímax (muy poco influida por el hombre)
3	Terrenos de pastoreo/bosque natural intervenido
3.1	Pradera natural en buen estado, matorral abierto con pastos y arbustos no degradados
3.2	Matorral abierto con pastos degradados y arbustos poco ramoneados
3.3	Matorral abierto con pastos degradados y arbustos muy ramoneados
3.4	Pastos y arbustos muy degradados
3.5	Bosque natural intervenido
4	Cultivos anuales de secano
4.1	Cereal de secano
4.2	Chacra de secano
4.3	Plantación forestal sin manejo
5	Cultivos anuales de riego/arboricultura y viticultura de secano
5.1	Cereal de riego
5.2	Forraje de secano (ej. Atriplex)
5.3	Viticultura de secano
5.4	Arboricultura de secano
5.5	Plantación forestal
7	Cultivos intensificados
7.1	Hortalizas
7.2	Vivero forestal
7.3	Vivero ornamental
7.4	Cultivo bajo plástico
8	Invernaderos y Parques
8.1	Invernaderos
8.2	Parques y Plantaciones ornamentales

9	Zonas edificadas
9.1	Pueblos
9.2	Zonas periurbanas
9.3	Ciudades
9.4	Zonas industriales, aeropuertos, redes viales
9.5	Minería industrial

Códigos Blaunt Blanquet utilizados para determinar cobertura.

Código	Cobertura
R	Individuos solitarios
+	Pocos individuos cobertura poco significativa
1	Numerosos individuos <5%
2m	Numerosos individuos >50 con cobertura <5%
2 <sup>a</sup>	5-15%
2b	16-25%
3	26-50%
4	51-75%
5	76-100%

## 7. ANEXO

### Anexo 1: Método Bouyoucos

Técnica que permite determinar la textura del suelo sin la necesidad de eliminar la materia orgánica, utilizando el químico hexametáfosfato de sodio como dispersor de los suelos.

Para llevar a cabo este método en el Laboratorio de Ecología de Suelos Ventura Matte de la Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza de la Universidad de Chile (FCFCN), se procedió a secar las muestras de suelo a temperatura ambiente por un periodo de dos días. Luego de esto, se tamizaron las muestras obteniendo partículas menores a 2 mm. Posteriormente se masan 50 gramos de suelo y se coloca en un vaso precipitado de 600 ml con 300 ml de agua destilada y 20 ml de hexametáfosfato de sodio (50 g/l), luego se agita y se deja reposar por 15 minutos.

Una vez transcurrido el tiempo, se traspasa la muestra al vaso metálico del agitador y se deja batir por tres minutos, para después transferir la suspensión a una probeta de un litro y se completa el contenido con agua destilada hasta llegar a los 1000 ml. Inmediatamente después se agita la muestra con una varilla de agitación y se dejan transcurrir 40 segundos antes de introducir suavemente el hidrómetro y se lee el menisco superior luego de estabilizarse se lee la temperatura. Finalmente se agita una vez más y se deja reposar dos horas para realizar la segunda lectura con el hidrómetro y el termómetro

Para la obtención de los porcentajes de arena, limo y arcilla se utilizan las siguientes fórmulas;

$$\% \text{ arena} = 100 - \frac{\text{Lectura 40 segundos corregidos}}{\text{Peso suelo seco a } 105^{\circ}\text{C}} \times 100$$

Peso suelo seco a 105°C

$$\% \text{ limo} = 100 - \frac{\text{Lectura 40 segundos corregidos}}{\text{Peso suelo seco a } 105^{\circ}\text{C}} \times 100$$

Peso suelo seco a 105°C

$$\% \text{ arcilla} = 100 - \frac{\text{Lectura 40 segundos corregidos}}{\text{Peso suelo seco a } 105^{\circ}\text{C}} \times 100$$

Peso suelo seco a 105°C