



INFORME FINAL

016/2015

**Estudio de Métodos y
Técnicas Silvícolas para la
Recuperación de
formaciones xerofíticas con
presencia de *Myrcianthes
coquimbensis*, *Carica
chilensis* y *Cordia decandra***



016/2015

Estudio de Métodos y Técnicas Silvícolas para la
Recuperación de formaciones xerofíticas con
presencia de *Myrcianthes coquimbensis*, *Carica
chilensis* y *Cordia decandra*

financiado por

Fondo de Investigación del Bosque Nativo

Investigador Responsable

Enrique Villalobos V.¹, Ingeniero Forestal

Co-investigador (es)

Sandra Gacitúa A.², Doctor en Ciencias Forestales

Cristian Ibañez G.³ Doctor en Biotecnología de Plantas

José Hernandez C.⁴ Doctor en Ciencias Forestales

Institución Patrocinante

Instituto Forestal

Diciembre, 2018

La Serena, Chile

¹ Instituto Forestal – Sede Diaguitas

² Instituto Forestal – Sede Diaguitas

³ Facultad de Biología, Universidad La Serena

⁴ Instituto de investigaciones Agropecuaria - Intihuasi

AGRADECIMIENTOS

TABLA DE CONTENIDO

Agradecimientos.....	ii
Tabla de Contenido.....	3
Índice de Tablas.....	4
Índice de Gráficos.....	4
Índice de Figuras.....	4
Resumen.....	5
1. Introducción.....	7
2. Marco teórico.....	8
3. Hipótesis.....	10
4. Objetivos.....	11
5. Metodología.....	12
6. Resultados.....	26
7. Discusión de resultados.....	91
8. Conclusiones.....	95
Bibliografía.....	97
Anexos.....	103

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE GRÁFICOS

ÍNDICE DE FIGURAS

RESUMEN

La existencia de antecedentes sobre manejo y técnicas silvícolas de formaciones xerofíticas son escasos en el país y en la Región, y se han concentrado en algunas pocas especies, principalmente aquellas con un hábito más arbóreo, por ello el actual proyecto persigue la generación de antecedentes que permitan recuperar formaciones xerofíticas de alto valor ecológico, con presencia de *M. coquimbensis*, *C. chilensis* y *C. decandra*, a través métodos y técnicas silvícolas, que mejoren el potencial biológico y capacidad regenerativa de las especie señaladas. Para ello, se ha propuesto: i) Evaluar el efecto de tipos de poda y corta de regeneración en el potencial biológico de las especies a través de la dinámica de brotación, floración, producción de frutos y su regeneración natural, ii) Determinar el efecto de la nutrición y el volumen del contenedor sobre los parámetros morfológicos y fisiológicos de las plantas propagadas en vivero, que favorezcan su establecimiento en terreno, iii) Desarrollar una tabla de costos para la recuperación de formaciones xerofíticas, basado en las variables de los tratamientos silvícolas, técnicas de recuperación y tipo de planta a propagar.

La investigación, se ejecutó en la Región de Coquimbo, en la zona costera de las provincias de Elqui y Limarí, donde se concentra el crecimiento de alguna de estas especies las cuales están bajo constante efecto de las actividades antrópicas. En el sector se establecieron parcelas tratando de abarcar dos sitios por especie, donde se aplicaron intensidades de poda y corta de regeneración, con el fin de promover la brotación, floración y producción de frutos. En cada parcela se realizaron mediciones en la longitud de sus brotes, cuantificación de flores y frutos asociados a los estados fenológicos de las especies estudiadas. Esto permitió que la poda promueva la producción de brotes y el rejuvenecimiento de la planta, posibilitando así una mayor producción de flores y frutos. De forma paralela se realizó un ensayo de regeneración natural, donde se establecieron microparcels con siembra artificial, en condiciones ambientales naturales. Para cada tratamiento se midió el porcentaje de emergencia en el tiempo y la supervivencia final.

Asimismo, cada especie fue viverizada en dosis diferenciadas de nitrógeno y volumen de contenedor. Sin embargo, para la especie *C. chilensis* no fue posible obtener plantas usando los protocolos disponibles para ella, es por eso, que para esta especie se evaluaron diferentes protocolos de viverización. Dado lo anterior el INFOR continuó experimentado con *C. chilensis* y durante la etapa final del proyecto se logró generar un protocolo preliminar de germinación y viverización de plántulas de *C. chilensis*.

Durante la etapa de crecimiento de las plantas viverizadas (*M. coquimbensis* y *C. decandra*), se evaluó la altura, el diámetro, biomasa aérea, y radicular. Al final de la temporada se realizó un análisis de nitrógeno, y se estimó el desempeño fotosintético como una medida instantánea de estrés hídrico, mediante un fluorímetro. Para evaluar el efecto de los tratamientos aplicados en vivero, las plantas fueron establecidas dentro del sector de

estudio. Después de un año se evaluó su crecimiento en la altura, diámetro y supervivencia. Esto permitió definir el régimen de nutrición adecuada durante su etapa de viverización que permitió inducir en las plantas el desarrollo de una mayor biomasa aérea y radicular, y por ende sus reservas nutritivas. Del mismo modo, la utilización de contenedores de gran superficie estimularon un aumento en el volumen y fibrosidad del sistema radicular, lo que sumado al uso de nutrientes permitió que esta interacción influirá positivamente en una reducción en el estrés hídrico post-plantación.

Finalmente, con el fin de apoyar la actualización de la tabla de valores explicitada en el artículo 22 de la Ley 20.283, obtenido los resultados, se evaluaron los costos asociadas a cada una de las intervenciones efectuadas, donde se cuantificaron los tiempos requeridos y la cantidad de insumos utilizados.

Introducción

El actual proyecto presentado al VI Concurso del Fondo de Investigación del Bosque Nativo se orienta a contribuir a la consecución de los objetivos de la Línea 2 esto es, investigar "Métodos y Técnicas de recuperación de formaciones xerofíticas alteradas por intervenciones antrópicas, con presencia de especies clasificadas en alguna de las categorías señaladas en el artículo 19 de la Ley 20.283".

La Ley 20.283 define formación xerofítica como una formación vegetal, constituida por especies autóctonas, preferentemente arbustivas o suculentas, de áreas de condiciones áridas o semiáridas. En este sentido, la Región de Coquimbo tiene un 74,5% de su superficie cubierta por Praderas y Matorrales, de los cuales el 34% corresponde a Matorral puro, el 35% corresponde a Matorral con suculenta y solo el 3% corresponde a Matorral arborescente (CONAF, 2015), lo que implica que, en su gran mayoría la Región de Coquimbo está cubierta por formaciones xerofíticas. La mayoría de estas formaciones se encuentran altamente alteradas producto de la presión antrópica para fines urbanísticos, extracción de leña, sobrepastoreo, entre otros, y su regeneración natural se ha visto seriamente afectada por una disminución dramática de los régimen hídricos y largos períodos de sequías observados durante los últimas décadas, probablemente asociados a un debilitamiento o menor ocurrencia de eventos de El Niño y a un fortalecimiento de los eventos secos asociados a La Niña (Castillo, 2003).

Otro aspecto relevante de la Región de Coquimbo es su alta biodiversidad y nivel endemismo (53,5% de endemismos). Según el Ministerio de Medio Ambiente (MMA, 2014), la Región cuenta con 1.478 especies nativas, de las cuales el 14% se encuentra categorizada como En Peligro (EP) o Vulnerable (VU), por tanto, conocer y estudiar estas formaciones y evaluar acciones de recuperación adquieren vital importancia si queremos evitar perder biodiversidad en los ricos pero frágiles ecosistemas áridos.

El actual proyecto persigue la generación de antecedentes que permitan recuperar formaciones xerofíticas de alto valor ecológico., con formaciones naturales de *M. coquimbensis*, *C. chilensis* y *C. decandra* y, a través de acciones silviculturales (principalmente podas), que mejoren el estado biológico general de las plantas, y a partir de dichos resultados, sugerir la bonificación de aquellas experiencias exitosas para que sean incluidas en planes de manejo presentados al fondo de Conservación, Recuperación y Manejo Sustentable del Bosque Nativo, incluido en la Ley 20.283.

1. Marco teórico

Las formaciones xerofíticas cumplen un importante rol en las áreas donde se desarrollan tales como protección de suelos, sustento de la fauna nativa, fuente de recursos alimenticios, combustible y fabricación de artesanías para las comunidades locales (Vita, 2007; 2013).

Uno de los principales desafíos que debemos abordar como país, es la recuperación de formaciones xerofíticas de alto valor ecológico, las cuales poseen una gran biodiversidad de especies vegetales y que en su mayoría están en algunas de las categorías de estado de conservación, señaladas en el artículo 19 de la Ley 20.283, debido a las diferentes amenazas a las cuales están sometidas. En este contexto, la desertificación constituye una de las principales amenazas de origen antrópico a la biodiversidad en Chile, cuyo frente más activo se encuentra en la Región de Coquimbo (Santibáñez et al., 2008) y que se caracteriza por presentar ecosistemas frágiles y vulnerables frente a la acción de este tipo de degradación, sumado además las severas restricciones hídricas, que se acentúan por el cambio global (Vita, 2013).

Un estudio realizado por el Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN) determinó que el 49,1% (36,8 mill de há) del territorio Nacional se encuentra con algún grado de erosión (CIREN, 2010), donde la Región de Coquimbo presenta el más alto y significativo porcentaje de suelos erosionados (84%), de los cuales el 65,3% se encuentra en la categoría de erosión "severa" y "muy severa" (CIREN, 2010). Estas cifras son consecuencia directa de la demanda de energía para la actividad minera, la agricultura, la crianza de ganado caprino, la pobreza y la falta de acceso a tecnología, y que aceleran los procesos de desertificación. Esta alteración ha conllevado a una pérdida local de la biodiversidad, que, aunque inicialmente imperceptible para el ser humano genera grandes desequilibrios en el ecosistema (Letelier, 2008). Así, la urbanización, el desarrollo tecnológico, la industrialización y los cambios climáticos han provocado grandes distorsiones en los sistemas naturales y su entorno (Santibáñez et al., 2008), llevando incluso a la extinción de varias especies, o ha puesto en serio riesgo la supervivencia de otras (CONAMA, 2003).

A nivel Mundial se reconocen 34 hot-spot o "puntos calientes", uno de los cuales corresponde al territorio comprendido entre la Región de Coquimbo y Chiloé, que contiene un total de 3.893 especies nativas; un 50,3% de ellas son endémicas de este hotspot per se (Arroyo et al., 2004). En cuanto a La región de Coquimbo esta alberga un total de 1.478 especies nativas de las cuales el 53,5% de ellas son endémicas de Chile (791 especies). Sin embargo, menos del 5% de estas especies está actualmente bajo protección (Squeo et al., 2001). De total de especies nativas (1.478) presentes en la Región, el 14% se encuentra en categorías En Peligro (EP) o Vulnerable (VU), (MMA, 2014) lo cual hace más necesario poder conocer y estudiar las dinámicas de las formaciones xerofíticas y su forma de recuperación.

Dado que el hot-spot chileno es una prioridad mundial para la conservación, y la desertificación señalada como una de las principales amenazas a la biodiversidad, se hace necesario desarrollar estrategias de conservación integrada para salvar la biodiversidad de la Región de Coquimbo. Este esfuerzo debería canalizarse en el trabajo con las especies que se encuentran en estados de conservación, la restauración de la vegetación nativa para crear corredores biológicos, la inclusión de áreas de protección, la creación de incentivos para la conservación privada, la estimulación de la conservación de matrices semi-naturales fuera de las áreas protegidas, el control de las especies invasoras (Arroyo et al. 2000; Simonetti et al. 2002) como también, el establecimiento de unidades experimentales y/o pilotos de especies con identidad local para la recuperación de formaciones xerofíticas y sus especies asociadas.

La existencia de antecedentes sobre manejo y técnicas silvícolas de formaciones xerofíticas son escasos en el país y en la Región y se han concentrado en algunas pocas especies, principalmente aquellas con un hábito más arbóreo, sin embargo, los arbustos que conforman estos ecosistemas también generan bienes y servicios, lo cual hace necesario conocer e investigar sobre sus mecanismos de regeneración y la manera en que se puede apoyar con técnicas silviculturales.

Así mismo el estudio de los Sitios Prioritarios para la Conservación de la Flora Nativa con Riesgos de Extinción en la IV Región de Coquimbo, Chile (Squeo, 2001), indica que existen al menos 5 sitios de prioridad urgente, y que deben ser materia de estudios. Uno de ellos corresponde a "Punta Teatinos a Quebrada Honda, incluido cerro Juan Soldado, Bosque El Maray y Cuesta Buenos Aires" en la costa de la comuna de La Serena y sur de La Higuera. Muñoz et. al. 1996, citada por Squeo (2001), señala a este sitio como una "zona de alto endemismo amenazada por una fuerte tendencia a la urbanización y complejos turísticos".

Entre las especies arbustivas que destacan para este estudio son Lucumillo (*Myrcianthes coquimbensis*), Palo Gordo (*Carica chilensis*) y la especie arbórea Carbonillo (*Cordia decandra*), presentes en sitio anteriormente descrito, y en el caso de Lucumillo corresponde a más de la mitad de su distribución natural. En el caso de Palo Gordo y Carbonillo son especies que se encuentran en otras formaciones, pero que son parte importante de los ecosistemas xerofíticos de la Región. Asimismo, este proyecto apunta a dar respuestas a la problemática expuesta, entregando propuestas viables para emprender de forma integrada futuros programas de Recuperación y Restauración ecológica de formaciones xerofíticas, para el desarrollo regional a través de planes de manejo silvícola del fondo de Conservación, Recuperación y Manejo Sustentable del Bosque Nativo, incluido en la ley 20.283.

2. Hipótesis

Basándose en resultados anteriores con especies de formaciones xerofíticas, principalmente las experiencias desarrolladas por A. Vita, en la cual se probaron diversas intensidades de poda, corta, clareo en queñoa (*Polylepis taracana*), algarrobo (*Prosopis alba*), Paja brava (*Festuca orthophylla*) y tamarugo (*Prosopis tamarugo*) y los resultados en guayacán (*Porleria chilensis*), se espera que el manejo de formaciones xerofíticas con presencia de las especies en estudio, bajo criterios silvícolas y técnicas de recuperación, como podas y raleos, permitirá rejuvenecer las plantas, y con ello, restituir su potencial biológico y capacidad regenerativa.

Hipótesis específica 1: La poda promueve la producción de brotes, permitiendo así una mayor producción de flores y frutos traduciéndose en una fuente potencial para la regeneración natural, además de la adecuada protección de la regeneración. La interacción de ambos factores favorecerá una recuperación natural efectiva de las formaciones xerofíticas.

Hipótesis específica 2: Una nutrición de plantas en vivero induce a un exceso de absorción de nutrientes y el tamaño de contenedor estimulará un aumento en el volumen y fibrosidad del sistema radicular, la interacción de ambos factores provocará una reducción en el estrés hídrico post-plantación con ello el aumento en las tasas de crecimiento inicial y sobrevivencia en terreno, favoreciendo la regeneración artificial de las especies en estudio.

3. Objetivos

Objetivo general:

Evaluar y valorar métodos silvícolas y técnicas de recuperación que permitan restituir el potencial biológico y la capacidad regenerativa de *M. coquimbensis*, *C. decandra* y *C. chilensis* en su área de distribución ecológica.

Objetivos específicos:

1. Evaluar el efecto de la intensidad de poda y corta de regeneración en el potencial biológico de *M. coquimbensis*, *C. decandra* y *C. chilensis* a través de la dinámica de brotación, floración, producción de frutos y su regeneración natural.
2. Determinar el efecto de la nutrición y el volumen del contenedor sobre los parámetros morfológicos y fisiológicos de plantas de *M. coquimbensis*, *C. decandra* y *C. chilensis* propagadas en vivero, que favorezcan su establecimiento en terreno.
3. Desarrollar una tabla de costos para la recuperación de formaciones xerofíticas, basado en las variables de los tratamientos silvícolas, técnicas de recuperación y tipo de planta a propagar.

4. Metodología

Sitio de estudio. En base a la Identificación de sitios prioritarios para la conservación de la flora nativa con riesgos de extinción de la IV Región de Coquimbo, señalados en el Libro Rojo de la Flora Nativa y de los sitios prioritarios para la conservación (Squeo, 2001), y según el Catastro de Formaciones xerofíticas en áreas prioritarias (CONAF, 2009) se establece que el sector de Punta Teatinos a Quebrada Honda, incluido cerro Juan Soldado, Bosque El Maray y Cuesta Buenos Aires representa uno de los sitios prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad con una superficie aproximada de 12.000 ha., donde se encuentran las especies en estudio.

En general en toda la costa de la Región de Coquimbo se encuentran los sitios de mayor biodiversidad y que presentan los mayores riesgos de alteraciones antrópicas.



Figura 1. Imagen de ubicación del sector en estudio.

Según el estudio Squeo et. al., 2001, se identifican 22 sitios prioritarios para la conservación dentro de la provincia de Elqui, 19 sitios para la provincia de Limarí y 20 sitios para la provincia de Choapa. Dentro de la priorización que, en dicho estudio, se propone proteger áreas que están fuera de las unidades pertenecientes al SNASPE, señalando en concreto los sectores de Punta Teatinos a Quebrada Honda, incluido el cerro Juan Soldado, la zona del Bosque El Maray y cuesta Buenos Aires. Toda la zona señalada e indicada en la Figura 1, se caracteriza por poseer una flora con alto nivel de endemismo

y que actualmente se encuentra seriamente amenazado por proyectos urbanísticos, productivos y turísticos. A esto se suma la reciente ampliación a doble vía de la carretera panamericana norte que mejorará la conectividad de la zona con los grandes centros urbanos de La Serena y Coquimbo, lo cual incrementará la presión por construir nuevas viviendas.

Según la clasificación realizada por el Libro Rojo de la Región de Coquimbo (Squeo, 2001), el área de estudio (Figura 1), habitan seis especies categorizadas como En Peligro (*Calceolaria picta*, *Eulychnia breviflora*, *Monttea chilensis*, *Myrcianthes coquimbensis*, *Peperomia doellii* y *Senecio coquimbensis*) y 31 especies están en la categoría de Vulnerable, destacando *Bridgesia incisifolia*, *Caesalpinia angulata*, *Carica chilensis*, *Centaurea floccosa*, *Cruckshanksia montiana*, *Gethyum cuspidatum*, *Kageneckia oblonga*, *Oxalis maritima* y *Pteromonnina linearifolia*.

El proyecto se realizó en los sectores costeros de la comuna de La Serena, desde el sector de Punta Teatinos hasta el sur de Caleta Chungungos, en este sector se seleccionaron los rodales para trabajar con las especies de *Myrcianthes coquimbensis*, *Carica chilensis*.

En el caso de MC, se identificaron dos sectores, el primero corresponde a Punta Teatinos, donde se identificaron 30 individuos de la especie. Este sector se caracteriza por presentar un uso de Matorral pradera, muy abiertos, Estos sectores se caracterizan por estar dominado por especies como *Bromus berteroi*, *Eulychnia breviflora* y *Ophryosporus triangularis*. El segundo sector corresponde al camino entre Caleta Hornos y Chungungo, ubicado a 7 km al sur de Caleta Totoralillo Norte. Este sector corresponde al uso Matorral con suculentas, muy abierto, donde dominan especies como *Balbisia peduncularis*, *Eulychnia acida* y *Heliotropium stenophyllum*. Adicionalmente, se observan muchos conjuntos de rocas que forman núcleos de vegetación, donde se asocia MC.



Figura 2. Sector Punta Teatinos.



Figura 3. Sector Chungungo.

Para el estudio de CC, se seleccionaron tres sectores, dos de ellos corresponden a los mismos sectores que se utilizaron para MC (Punta Teatinos y Camino a Chungungo), sin embargo, no se encontraron poblaciones que estuvieran asociadas, por lo tanto, los rodales se encuentran separados. El tercer sector corresponde al Arrayán Costero, que presenta características similares a Punta Teatino, con la diferencia que la población estudiada se encuentra cerca del borde costero.

En cuanto al clima, todos los sectores corresponden a Desértico con Nubosidad Abundante (BWn), este se caracteriza por presentar nubosidad abundante por las mañanas, conocida también por Camanchaca, donde la precipitación es muy escaza, pero la humedad es muy alta.

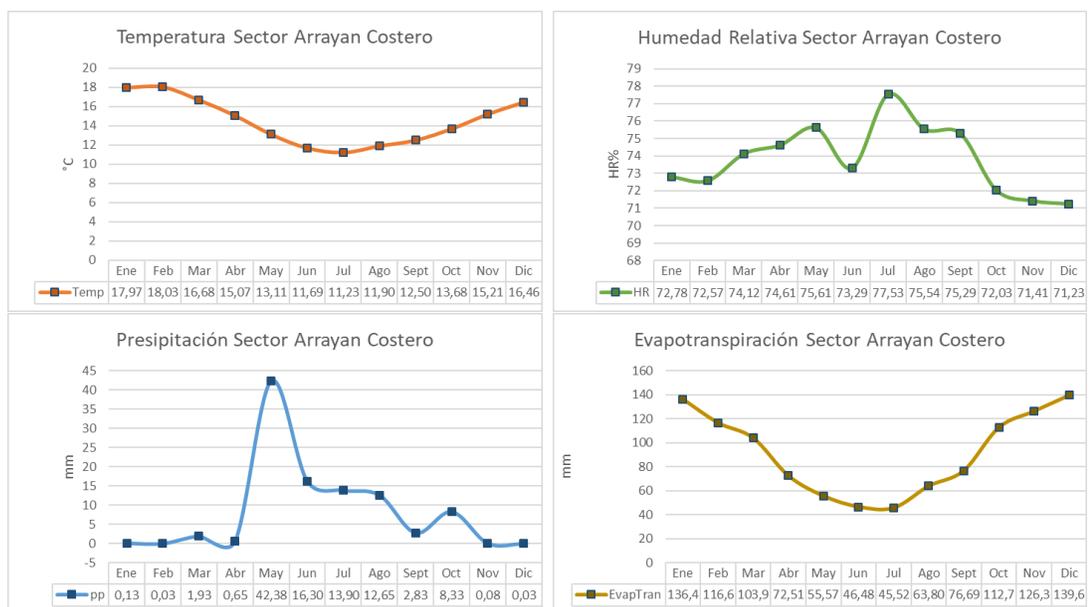


Figura 4. Variables climáticas sector Arrayan Costero.

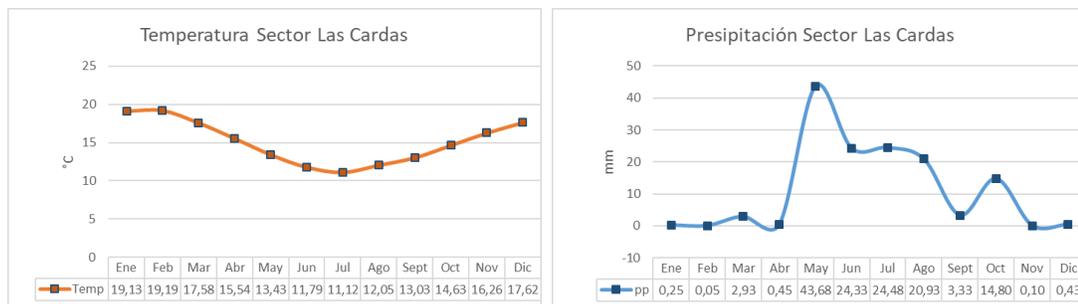
En el caso de CD, se seleccionaron dos poblaciones ubicadas al Sur de la Ciudad de Coquimbo, ambas pertenecen al mismo sector, paralelos a la ruta 43, en el sector Las Cardas y Quitallaco. Este sector no corresponde a los sitios prioritarios de conservación, y se seleccionó este sector debido que en la parte costera no fue posible encontrar rodales donde exista alta presencia de esta especie.

El uso del suelo está catalogado como Praderas y Matorrales, donde es posible encontrar especies como *Cordia decandra*, *Proustia cuneifolia*, *Lithraea caustica*, *Senna cumingii* y *Acacia caven*. El uso de estos suelos ha sido principalmente ganadero, para el pastoreo de cabras principalmente, esto ha provocado que las especies se encuentren sin posibilidades de regenerarse y están siendo constantemente ramoneadas por este ganado.



Figura 5. Sector Quitallaco.

El clima de este sector corresponde a Clima templado cálido con lluvias invernales y una estación seca prolongada (BSKs), el cual presenta muy poca nubosidad, lluvias concentradas en los meses de invierno. La humedad relativa es menor que el sector costero, principalmente debido a la presencia de nubes.



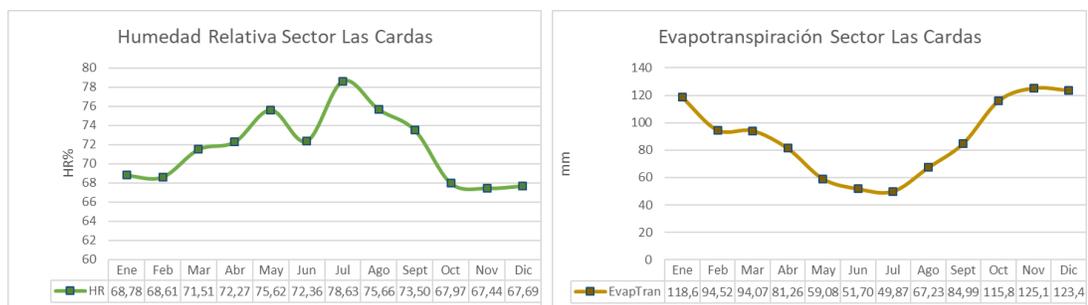


Figura 6. Variables climáticas sector Las Cardas.

OBJETIVO 1. Evaluar el efecto de la intensidad de poda y corta de regeneración en el potencial biológico de *M. coquimbensis*, *C. decandra* y *C. chilensis* a través de la dinámica de brotación, floración, producción de frutos y su regeneración natural.

La selección de las especies *Myrcianthes coquimbensis* (EN), *Carica chilensis* (VU) y *Cordia decandra* (NT), se realizó basado en que conforman formaciones xerofíticas de alto valor ecológico en la Región de Coquimbo como se demuestra en Libro Rojo y con fuertes amenazas antrópicas.

1.1 Establecimiento de áreas experimentales: Se seleccionarán dos sectores dentro del área de estudio, por cada especie. Tratando de cubrir gran parte de su distribución dentro de la región de Coquimbo. En estas dos condiciones se establecieron los ensayos de métodos silvícolas y técnicas de recuperación con el fin de promover la brotación, floración, producción de frutos. Solo se establecerán ensayos de manejo silviculturales, considerando cada sitio como un sistema complejo donde interactúan diversas especies y animales, y que se evaluará el efecto de los tratamientos sobre el comportamiento de las otras especies acompañantes a través del crecimiento y floración

1.2 Tratamiento silviculturales: Considerando la experiencia obtenida por Vita (2013) en un ecosistema árido, se aplicaron dos intensidades de poda y una corta de regeneración para las tres especies seleccionadas. El primer tratamiento consideró la poda de hasta el 50% de las ramas o vástagos principales de las especies, dependiendo de la forma de esta. La poda se realizó manteniendo y respetando la forma de la especie, eliminando principalmente las ramas viejas, muertas o de menor calidad, manteniendo aquellas que presentaron un alto número de brotes u hojas sanas y su control (sin poda). El segundo tratamiento consideró la corta regenerativa y/o poda apical dependiendo de la planta, para evaluar el rebrote vegetativo. La altura de corte fue evaluada en terreno según las características de cada individuo seleccionado. Las podas fueron aplicadas con tijerón de podar o sierra, según fue el caso. En tercer tratamiento fue el

control sin manejo silvícola.

1.3 Época de intervenciones silvícolas: Las podas se realizaron durante el periodo invernal entre los meses de mayo y junio de 2016 y aproximadamente entre las 8:00 y 11:00 horas para minimizar la deshidratación de las plantas.

1.4 Diseño experimental y análisis estadísticos: el diseño experimental correspondió a un bloque completamente al azar, con al menos 5 repeticiones por especie (según la prospección del N° de individuos por especie encontrados en el sitio). Se consideró un diseño factorial de 3X2 que consistió en dos intensidades de podas, más un control y dos condiciones de sitio. La unidad muestral fue el arbusto o el árbol individual por especie, quedando cada bloque conformado por un mínimo de 15 individuos en total. Cada arbusto o árbol fue georreferenciado con GPS y rotulado apropiadamente para su identificación. En resumen, el ensayo consistió de tres tratamientos: poda de vástagos, poda apical (corta de regeneración) y tratamiento control. En la Tabla 1, se señala el Diseño y descripción del ensayo.

Tabla 1. Diseño y descripción del ensayo.

<i>Método y técnicas silvícolas (tratamientos)</i>	<i>Cordia decandra</i>		<i>Myrcianthes coquimbensis</i>		<i>Carica chilensis</i>			
	Sector	Las Cardas	Quitallaco	Pta. Teatinos	Chungungo	Pta. Teatinos	Chungungo	Arrayán Costero
T1 Poda Apical		10	10	9	9	5	5	10
T2 Poda de vástagos		10	10	9	10	4	5	9
T3 Control		10	10	10	10	5	5	10

1.5 Evaluaciones: Para evaluar el efecto de las densidades de poda y corta de regeneración sobre las especies en estudio se evaluaron los siguientes parámetros.

1.5.1 Longitud de brotes: En cada uno de los individuos evaluados se dividió su área de cobertura en cuatro cuadrantes, siguiendo los puntos cardinales (N-S-E-O). En cada uno de los cuadrantes se seleccionaron 3 ramas de similares características, considerando su tamaño y forma. Estas fueron marcadas con cintas plásticas resistentes a la radiación solar, donde se codificó cada rama por: especie, cuadrante, sitio, individuo y tratamiento. Por cada rama se se registró el N° de brotes activos y la longitud del más

largo, tomando como inicio la marca realizada en cada rama, el cual fue medido en su crecimiento utilizando pie de metro o huincha métrica.

1.5.2 Cuantificación de flores y frutos: Después de aplicado los tratamientos y una vez marcada las 3 ramas por individuo por cada cuadrante, se evaluó si los tratamientos producen algún efecto en la producción de flores y frutos de las especies investigadas. Para ello se fue registrando el estado fenológico de las plantas, donde se consideraron los tres estados principales: brotes (Br), flores (Fl) y frutos (Fr), y en cada una de las ramas seleccionadas (3 por individuo) se registró el número brotes, el número de flores y el número de frutos (según sea el caso), con ello fue estimado la proporción de cada uno de los estados dentro del árbol o arbusto en estudio.

Los datos fueron analizados por ANNOVA, para evaluar la significancia estadística de los resultados obtenidos se usó el test de Tukey. Para determinar la interacción entre los factores se realizó un análisis de contraste para verificar diferencia. Para todos los análisis se consideró un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$. Para ello se utilizó el software INFOSTAT (2011).

1.6 Estudio de Regeneración natural

De forma paralela se realizó un ensayo de regeneración natural, para ello las semillas, fueron obtenidas principalmente de los sectores en estudio, en el caso de *C. decandra* las semillas provinieron del mismo rodal que fue manejado, en el caso de *M. coquimbensis*, estas se obtuvieron del sector de Juan Soldado, ya que los rodales manejados no presentaron buena floración ni fructificación.

Para conocer los factores que afectan la regeneración natural y el comportamiento de las semillas, se estableció un ensayo de siembra de semillas con las especies en estudio en condiciones ambientales naturales donde se encuentran las formaciones xerofíticas, donde se aplicaron diferentes tratamientos combinando tres variables: i) con protección, simulando el efecto nodriza que ejerce la vegetación natural presente; ii) con incorporación de humedad del suelo, a través de riego artificial inicial; y iii) la incorporación de materia orgánica, para mejorar la estructura del suelo.

Todas las semillas, independiente de su origen, fueron expuestas al mismo tratamiento pre-germinativo y se evaluó en vivero el poder germinativo de ellas.

El diseño experimental correspondió a parcelas divididas con el tratamiento de protección lateral como parcela principal y riego/materia orgánica como subparcela. Los tratamientos fueron replicados tres veces, la unidad muestral fue las micro-parcelas de 1 m^2 con un mínimo de 25 y un máximo

de 50 semillas por micro-parcela. Este diseño fue replicado para cada una de las especies estudiadas. El ensayo correspondió a un diseño factorial de 2 x 2 x 2, como se muestra en la tabla 2. Este ensayo fue establecido durante el mes de Julio de 2016 y se evaluó hasta marzo del 2017.

Por tratamiento se registró el porcentaje de emergencia en el tiempo y la supervivencia al final del estudio.

Tabla 2. Diseño y descripción del ensayo.

Especie en estudio	Con protección lateral				Sin protección lateral			
	Con riego		Sin riego		Con riego		Sin riego	
	Con MO	Sin MO	Con MO	Sin MO	Con MO	Sin MO	Con MO	Sin MO
<i>Cordia decandra</i>	25-50	25-50	25-50	25-50	25-50	25-50	25-50	25-50
<i>Myrcianthes coquimbensis</i>	25-50	25-50	25-50	25-50	25-50	25-50	25-50	25-50
<i>Carica chilensis</i>	25-50	25-50	25-50	25-50	25-50	25-50	25-50	25-50

OBJETIVO 2. Este objetivo ha sufrido cambios en su metodología, debido a problemas de germinación de papayo silvestre.

Determinar el efecto de la nutrición y el volumen del contenedor sobre los parámetros morfológicos y fisiológicos de plantas de *M. coquimbensis*, *C. decandra* y propagadas en vivero, que favorezcan su establecimiento en terreno. En el caso de *C. chilensis*, se realizará un estudio de propagación vegetativa.

El estudio fue planteado para ser evaluado en dos fases. En la primera fase, se evaluó el efecto del volumen del contenedor y la nutrición nitrogenada en los parámetros morfológicos y desempeño de las plantas (ver puntos 2.4). En la segunda fase se evaluó el efecto de los tratamientos aplicados en la fase I (invernaderos) en terreno (sector Juan Soldado- El Arrayán, La Serena, y Las Cardas, Coquimbo, en julio del 2017).

2.1 Establecimiento del ensayo: En una primera fase, para evaluar el efecto del volumen del contenedor y la nutrición en los parámetros morfológicos y fisiológicos de plantas de *M. coquimbensis*, *C. decandra*, se probaron dosis diferenciadas de nitrógeno y volúmenes de bolsa de polietileno, en el vivero del INFOR Sede Diaguitas, ubicada en la Región Coquimbo. En la segunda fase se desarrollaron protocolos de propagación vegetativa para *C. chilensis* bajo diferentes esquemas de tratamiento auxínico, las plantas fueron evaluadas en parámetros morfológicos y

fisiológicos. La tercera fase correspondió a el robustecimiento de las plantas propagadas, las cuales fueron establecidas en el sector Juan Soldado- El Arrayán, La Serena, donde se evaluó su respuesta a las condiciones naturales.

FASE I.

2.2 Tratamientos: Estos correspondieron a dos concentraciones de nitrógeno más un control (0, 100 y 400 mg L⁻¹) y tres volúmenes de bolsa de polietileno (500 cm³, 1.900 cm³ y 3.000 cm³).

Las semillas utilizadas de *M. coquimbensis* fueron recolectadas del sector Juan Soldado- El Arrayán, La Serena., y las semillas de *C. decandra* del sector de Quitallaco y Las Cardas. Estas fueron sembradas en un medio de crecimiento de tierra de hoja. El diseño experimental correspondió a bloques completos al azar con tres repeticiones, considerando un diseño factorial de tres concentraciones de nitrógeno (0, 100 y 400 mg L⁻¹) y tres volúmenes de bolsa de polietileno (500 cm³, 1.900 cm³ y 3.000 cm³) Tabla 3.

La unidad experimental fue constituida por al menos 15 plantas por tratamiento y por especie.

Tabla 3. Presentación de los tratamientos a utilizar en el diseño del estudio.

Nº de tratamientos	Concentraciones de Nitrógeno (mgL ⁻¹)	Volumen de bolsa de polietileno (cm ³)	Nº de plantas por repetición
T1	0	1000	15
T2	100	1000	15
T3	400	1000	15
T4	0	1900	15
T5	100	1900	15
T6	400	1900	15
T7	0	3000	15
T8	100	3000	15
T9	400	3000	15

Las dosis de nitrógeno se aplicaron en solución con el riego, manteniendo constante el resto de los macroelementos (potasio, calcio, magnesio y azufre). Todas las combinaciones de nutrientes fueron balanceadas según el requerimiento de los tratamientos (tabla 4).

Tabla 4. Fuentes a utilizar para los macroelementos en la fertirrigación.

Nutriente	Concentraciones evaluadas (mg L ⁻¹)	Fuente
N	0, 100, 400	NaNO ₃ , (NH ₄) ₂ HPO ₄ , CO(NH ₂) ₂ , (NH ₄) ₂ SO ₄
P	150	KH ₂ PO ₄ , Ca(H ₂ PO ₄) ₂
K	100	K ₂ SO ₄ , K ₂ CO ₃ , KH ₂ PO ₄
Mg	40	MgSO ₄
S	60	MgSO ₄ , K ₂ SO ₄ , (NH ₄) ₂ SO ₄
Ca	80	CaCO ₃ , Ca(H ₂ PO ₄) ₂

2.3 Diseño experimental: Para cada especie en estudio, el diseño correspondió a bloques completos al azar, considerando un diseño factorial de tres concentraciones de nitrógeno (0, 100 y 400 mg L⁻¹) y tres volúmenes de bolsa de polietileno (500 cm³, 1.900 cm³ y 3.000 cm³). Las dosis de nitrógeno fueron aplicadas en solución con el riego, manteniendo constante el resto de los macro elementos (potasio, calcio, magnesio y azufre). Todas las combinaciones de nutrientes fueron balanceadas según el requerimiento de los tratamientos. La unidad experimental para cada ensayo (especie) fue conformada por 15 plantas.

2.4 Evaluaciones: La evaluación del crecimiento de las plantas en los distintos tratamientos fue realizado cada 30 días ± 1, durante nueve meses (desde Julio 2016 hasta abril 2017), mediante mediciones de crecimiento en altura (± 0,1 cm), diámetro (± 0,1 mm), biomasa aérea (± 0,1 g), y radicular (± 0,1 g). Al final de la temporada de crecimiento (invierno), seis plantas por cada tratamiento fueron colectadas, tres de ellas fueron secadas a 65 °C hasta llegar a peso constante y molido para análisis de nitrógeno, y a tres plantas restantes fueron sometidas a mediciones para de estrés hídrico con el fin de conocer su desempeño fotosintético, mediciones que fueron realizadas mediante un fluorímetro.

2.5 Análisis estadístico: Al final del período de crecimiento en vivero (fase I) se efectuó un análisis de varianza (ANNOVA) para determinar el efecto de las dosis de nitrógeno y volumen radicular en la elongación, crecimiento en diámetro, biomasa aérea y radicular, la concentración de nitrógeno foliar y

fotosíntesis.

FASE II

En el caso de *C. chilensis* se instaló un ensayo preliminar de germinación, para establecer un protocolo de germinación y propagación de la especie.

Identificación de poblaciones.

Se realizó una búsqueda exhaustiva en diferentes fuentes de información con el fin de recopilar toda la información disponible sobre las áreas de crecimiento de *C. chilensis*: publicaciones científicas, tesis, base de datos bibliográficas, informes de privados/consultorías, estudios de universidades y base de datos on-line o sitios web de expertos.

Germinación.

Los frutos y/o semillas recolectados fueron procesados según protocolos descritos por León et al., 2014. A una fracción de las semillas colectadas fueron sometidos a análisis de la calidad de semillas mediante la instalación de ensayo de corte.

Se estableció un ensayo de germinación para identificar las condiciones ambientales y requerimientos necesarios para su germinación. Para ello se estudió dos temperaturas (15° y 20°), tratamientos a la cubierta (con corte y sin corte) y adición de hormona (0, 250 y 500), un tratamiento en agua (y un tratamiento control absoluto (Tabla 5).

Tabla 5. Tratamientos establecidos en ensayo de germinación.

Tratamiento	Temperatura	GA3 (ppm)	Tiempo (h)	Tratamiento
1	15	control	0	sin corte
2	15	control	0	con corte
3	15	agua	12	sin corte
4	15	agua	12	con corte
5	15	agua	24	sin corte
6	15	agua	24	con corte
7	15	agua	48	sin corte
8	15	agua	48	con corte
9	15	250	12	sin corte
10	15	250	12	con corte
11	15	250	24	sin corte
12	15	250	24	con corte
13	15	250	48	sin corte
14	15	250	48	con corte
15	15	500	12	sin corte
16	15	500	12	con corte
17	15	500	24	sin corte
18	15	500	24	con corte
19	15	500	48	sin corte
20	15	500	48	con corte
21	20	control	0	sin corte
22	20	control	0	con corte
23	20	agua	12	sin corte
24	20	agua	12	con corte
25	20	agua	24	sin corte
26	20	agua	24	con corte
27	20	agua	48	sin corte
28	20	agua	48	con corte
29	20	250	12	sin corte
30	20	250	12	con corte
31	20	250	24	sin corte
32	20	250	24	con corte
33	20	250	48	sin corte
34	20	250	48	con corte
35	20	500	12	sin corte
36	20	500	12	con corte
37	20	500	24	sin corte
38	20	500	24	con corte
39	20	500	48	sin corte
40	20	500	48	con corte

Producto de ser un ensayo preliminar, en una primera etapa los resultados serán analizados mediante estadística descriptiva. La unidad muestral

estuvo constituida por la semilla repetida 10 veces e inserta en una placa Petri. La evaluación del número de semillas germinadas fue efectuada cada 3 días expresados en porcentaje de germinación y determinados mediante la expresión [1].

$$G(\%) = \left(\frac{n_i}{N_i} \right) * 100 \quad [1]$$

Dónde: G (%): Germinación (%), n_i : es el número de semillas germinadas el i -ésimo día, N_i : es el número de semillas totales,

FASE III

2.10 Establecimiento de plantas. Para evaluar el efecto de los tratamientos aplicados en vivero, las plantas de *M. coquimbensis*, fueron establecidas en el sector Juan Soldado- El Arrayán, La Serena. En cambio, las plantas de *C. decandra*, fueron establecidas el predio Las Cardas de la Universidad de Chile, en julio del 2017.

Para ello, se seleccionaron en vivero cinco plantas de cada uno de los tratamientos establecidos (diseño factorial de dos factores, niveles de nitrógeno (0, 100 y 400 mg l⁻¹) y niveles de volumen de bolsas de polietileno. Las plantas fueron establecidas en terreno, manteniendo el diseño experimental establecido en el vivero. La unidad experimental para la fase II en terreno fue conformada por la planta.

2.11 Diseño experimental y evaluaciones: la unidad experimental fue conformada por 146 plantas de *M. coquimbensis* y 279 de *C. decandra*. La evaluación del crecimiento de las plantas en los distintos tratamientos se evaluó luego de al menos 12 meses. Para ello se realizaron mediciones de crecimiento en: altura ($\pm 0,1$ cm), diámetro ($\pm 0,1$ mm) y se contabilizó el número de plantas vivas.

2.12 Análisis estadístico: Transcurrido un año de establecidas las plantas en terreno (fase II), al final de este período de evaluación se efectuó un análisis de varianza (ANNOVA) para evaluar el efecto de las dosis de nitrógeno y volumen radicular en la altura, crecimiento en diámetro, supervivencia y fotosíntesis. Para detectar diferencias significativas entre los tratamientos, se realizó la prueba de comparación múltiple Tukey, con un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

OBJETIVO 3. Desarrollar una tabla de costos para la recuperación de formaciones xerofíticas, basado en las variables de los tratamientos silvícolas, técnicas de recuperación y tipo de planta a propagar.

Obtenido los resultados de los ensayos de manejo silvicultural para promover el potencial biológico y capacidad regenerativa, se determinaron los costos asociadas a cada una de las intervenciones efectuadas. Así mismo para las plantas producidas se estableció el costo de producción de una planta y costo de establecimiento.

Para este propósito se cuantificaron los tiempos requeridos y la cantidad de insumos utilizados. Junto a ello se llevó un registro detallado de los costos involucrados en las actividades evaluadas. Para valorar las prácticas de manejo implementadas (poda) se utilizó como unidad de medida el individuo.

Por cada actividad desarrollada para lograr los objetivos planteados se contabilizó el tiempo requerido, en jornadas de trabajo. Este tiempo fue corroborado con operadores locales y propietarios de la zona. Este tiempo fue valorizado según los precios a pagar por jornada de trabajo en el rubro agrícola. Todos los insumos utilizados para cada tratamiento fueron valorizados y se agregó el flete en casos particulares. Para esto se consideró una distancia promedio de los sitios a ciudades principales. Los costos fueron presentados como valor a la hectárea, en el caso de los manejos de poda se usó la densidad promedio de las especies en los sitios, para ser extrapolados a la hectárea.

Estos costos fueron comparados con los valores bonificados en las tablas de CONAF y los estándares utilizados por los operadores forestales regionales, con el fin de apoyar la actualización de la tabla de valores explicitada en el artículo 22 de la Ley 20.283.

Para la difusión de los resultados de este proyecto se realizarán tres actividades al final del proyecto. El primero corresponde a una cartilla técnica divulgativa con los tratamientos silviculturales y los resultados obtenidos desde los ensayos. Se participará de un congreso nacional donde se expongan los resultados y conclusiones de este proyecto. Finalmente se realizará un seminario local para dar a conocer a profesionales de la Región de Coquimbo como a los pequeños propietarios, de los resultados y experiencias obtenidas durante la ejecución del proyecto.

5. Resultados

5.1 Objetivo 1.

Este objetivo se presenta en dos partes, la primera corresponde a los resultados de los tratamientos silvícolas aplicados y como estos afectaron el crecimiento y producción de frutos., y la segunda parte corresponde a los ensayos de siembra directa de semillas y los resultados de regeneración natural.

5.1.1 Parte 1: Tratamientos silvícolas

Identificación de sectores.

Durante los meses de Octubre y Diciembre del año 2015, se realizó un recorrido de la zona costera de la Región de Coquimbo, desde Punta Choros hasta Tongoy, incluyendo el sector interior de Las Cardas, con el propósito de barrer la zona señalada en busca de las especies en estudio

En el caso de Lucumillo (*M. coquimbensis*) se identificaron poblaciones desde la zona de Totalillo Norte hasta la parte sur de la comuna de Coquimbo, esto concuerda con la distribución presentada por Saldías y Velozo, 2014. Los individuos se encontraban principalmente asociados a formaciones rocosas que forman grupos de 15 m de radio, siendo estos sectores los focos de mayor biodiversidad del paisaje, Lucumillo se ubica principalmente en la exposición sur-suroestes-oeste, sin embargo, también existen algunos individuos en exposiciones este-noreste. Los individuos identificados corresponden a plantas adultas y algunas plantas más jóvenes, se observa muy poco reclutamiento de nuevas plantas, encontrándose en pequeños espacios asociados a estos grupos de rocas.

En general, durante ese periodo de fructificación del Lucumillo (noviembre 2015 hasta diciembre 2015) no se encontraron frutos maduros en casi ningún individuo, algunos presentaban yemas florales y flores. Solo en el sector cercano al puente Juan Soldado fue posible encontrar frutos maduros y de calidad, ya que en otros sectores se encontraron solo frutos deshidratados en la planta.

Para el caso de papayo silvestre (*C. chilensis*) se encontraron poblaciones en los sectores de Yerba buena, ubicado al norte de caleta Los Hornos. Estas se encuentran, al igual que Lucumillo asociadas a la presencia de grupos de rocas que generan condiciones micro-climáticas especiales de humedad y evapotranspiración que favorecen el crecimiento de un gran número de especies. En algunos sectores se encontraba junto a Lucumillo, pero utilizando espacios diferentes dentro del grupo de rocas.

En el momento de la inspección inicial, las plantas se encontraron con frutos en estados inmaduros, con diferentes tamaños de crecimientos, presencia de hojas y yemas de crecimiento. En general esta especie crece sin formar grupos compactos de la misma especie, principalmente se asocia a otras especies, con las cuales comparte la protección que ofrecen las rocas.

En el sector de El Arrayán Costero (sur de puente Juan Soldado) se encontró otra población de papayo silvestre, la cual está asociada a una quebrada en la cual circula agua en forma temporal durante los meses de otoño e invierno y acumula humedad producto de la niebla propia de ese sector. En este sector se encontraron grupos relativamente compactos de 3 o 4 individuos, privilegiando las partes medias de la quebrada. En este sector también se encontraron frutos inmaduros y muy pocos maduros.

También se encontró una población en el sector de Punta Teatinos Norte, asociada a una quebrada. En este sector la población fue la más pequeña en relación al número de plantas encontradas y además presentaban el mayor espaciamiento entre ellas, sin embargo, se encontró el individuo más grande de todos los sectores visitados.

Carbonillo (*C. decandra*) fue encontrado desde el sector de Totoralillo norte en las partes altas de la ladera del cerro, con presencia de individuos aislados, asociado a especies de cactáceas (*Eulychnia sp* y *Copiapoa sp*) y palo negro. Los individuos presentaban hojas y yemas florales. En los sectores del Arrayán Costero y Punta Teatinos se encontraron unos pocos individuos aislados, sin formar rodales donde la especie sea dominante.

En la ruta 43 (camino a Ovalle) se visitaron los sectores de Las Cardas y Quitallaco en cada uno se encontraron formaciones de carbonillo con una gran cantidad de individuos (sobre 50 ejemplares por sector). Los árboles presentaban una gran cantidad de yemas florales y hojas nuevas. En general estas son formaciones puras de carbonillo con algunas especies acompañantes como rumpiato (*Bridgesia incisifolia*), incienso del campo (*Flourensia thurifera*), *Eulychnia sp* y *Cumulopuntia sp*.

Dado este trabajo se decidió trabajar con cinco sectores donde es posible encontrar un número suficiente de individuos por especie, es decir un mínimo de al menos 15 individuo y así asegurar levantar la información necesaria para lograr los objetivos planteados. En la figura 7, se muestran los sectores seleccionados.



Figura 7. Sectores de prospección de especies.

Selección de individuos.

Dentro de estos cinco sectores, donde se instalarán los ensayos de manejo, se identificaron cerca de 30 plantas por sector de las especies en estudio.

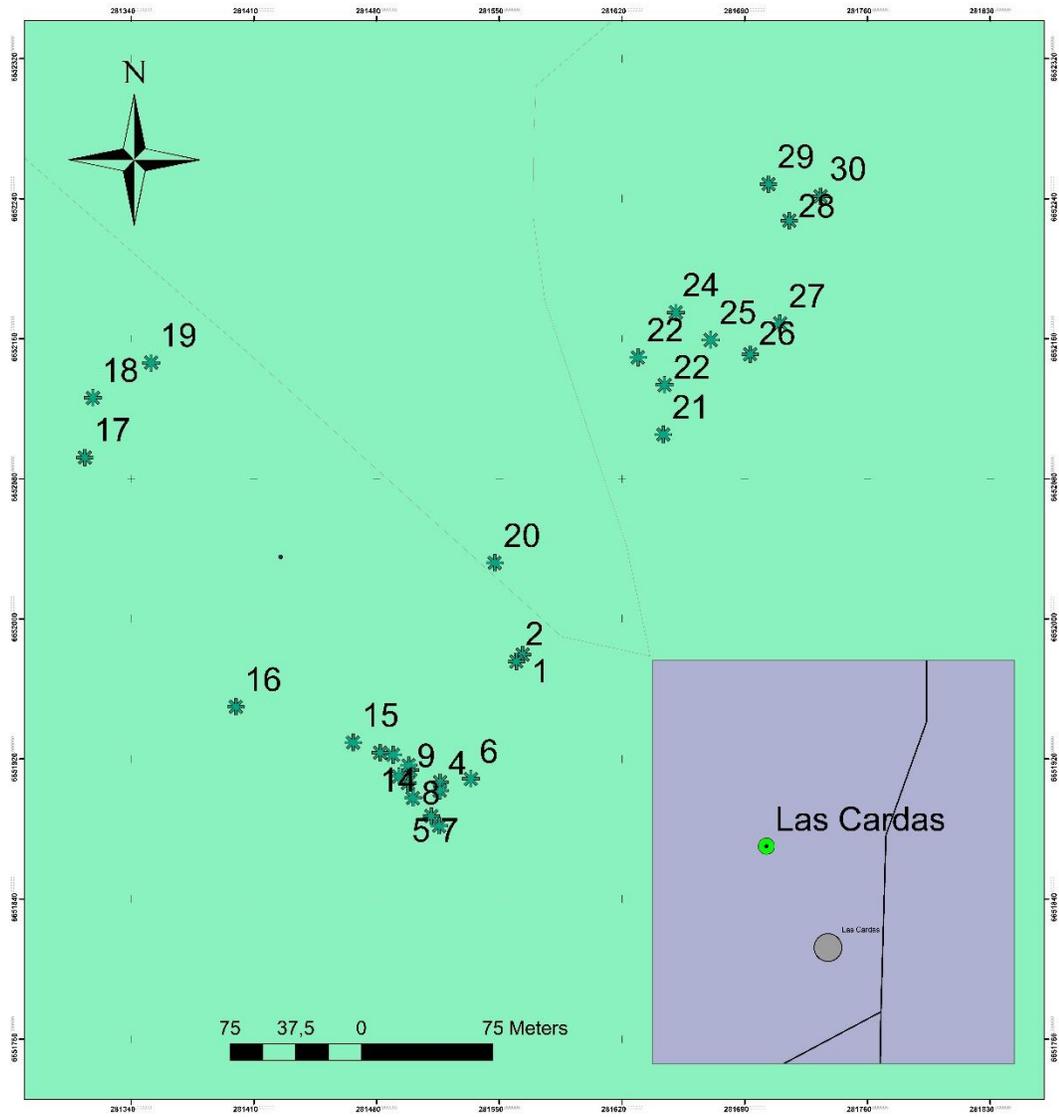
Para carbonillo se utilizarán los sectores de Las Cardas y Quitallaco, para papayo silvestre Punta Teatinos, Arrayán costero y Yerba Buena para lucumillo Punta Teatinos y Yerba Buena.

En el sector de las Cardas se identificaron 30 individuos de carbonillo, los cuales fueron marcados, se realizó un registro fotográfico y fueron medidos en sus variables dasométricas para conocer su estado antes de la intervención. De igual forma en el sector de Quitallaco se identificaron, marcaron y midieron 30 individuos de carbonillo. La ubicación de estos ejemplares se muestra en la Figura 8 y 9.

En el sector de Punta Teatinos se identificaron 16 individuos de papayo silvestre y treinta de lucumillo. Estos fueron marcados y medidos. En el sector de Arrayán costero se identificaron 30 individuos de papayo silvestre. La ubicación de las plantas se muestra en la figura 10, 11 y 12.

Finalmente, en el sector de Yerba Buena se identificaron, marcaron y midieron 15 individuos de papayo silvestre y 31 individuos de lucumillo. La ubicación de las plantas se muestra en la figura 13 y 14.

Plantas Seleccionadas de Cordia decandra - Las Cardas

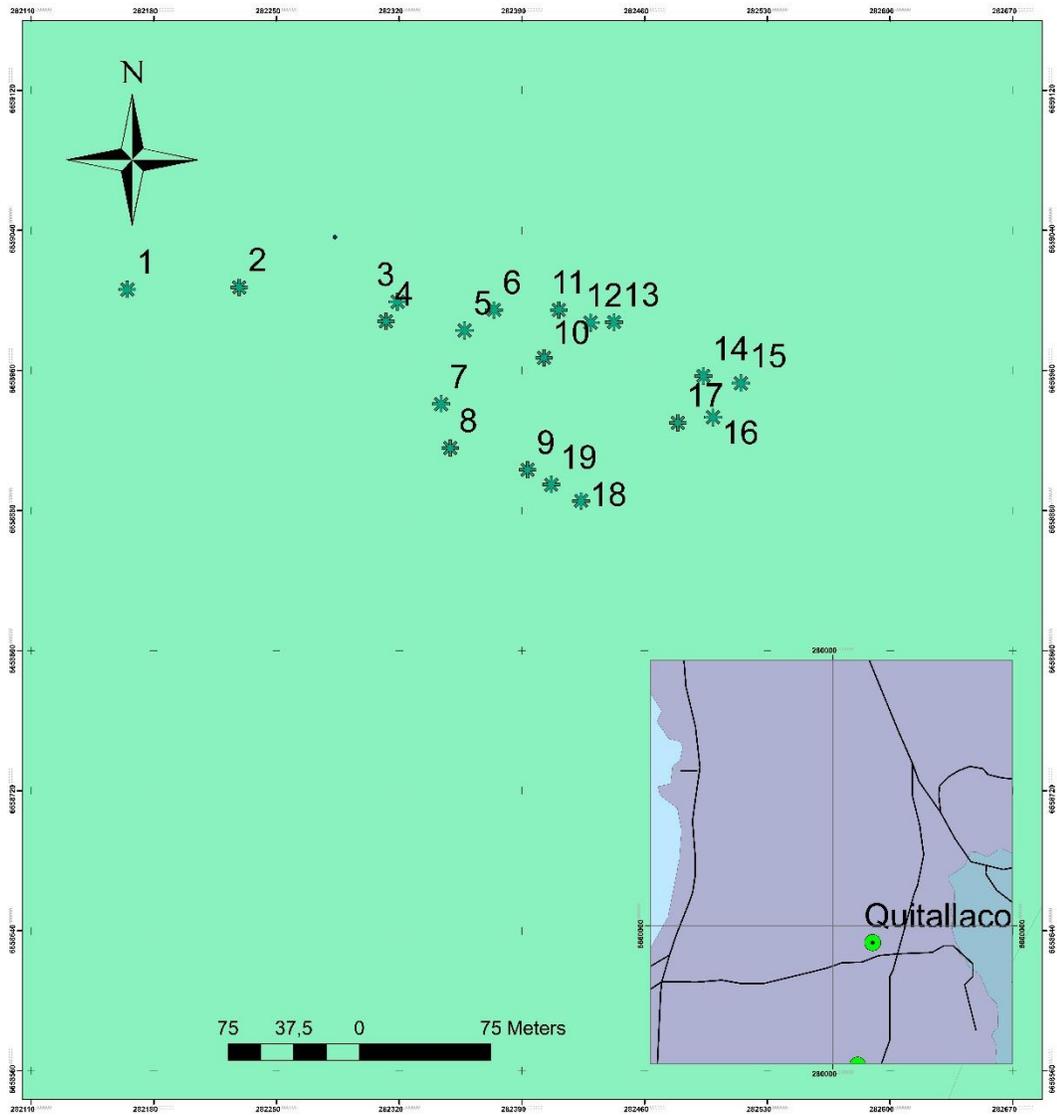


Coodenadas WGS 84
DAtum 19 S
Elaborado: Instituto Forestal



Figura 8. Sector Las Cardas, ubicación de individuos de carbonillo.

Plantas Seleccionadas de Cordia decandra - Quitallaco

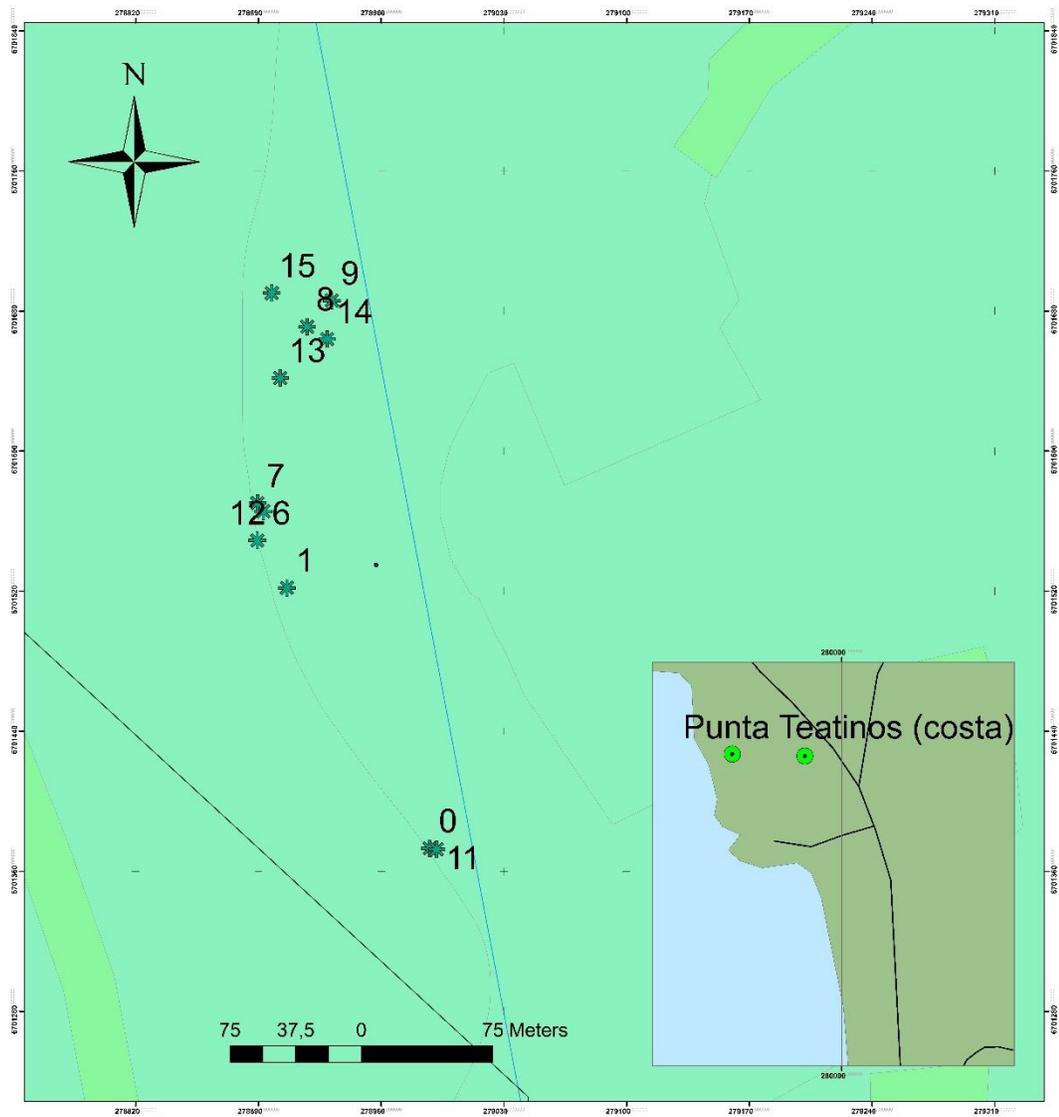


Coodenadas WGS 84
DAtum 19 S
Elaborado: Instituto Forestal



Figura 9. Sector Quitallaco, ubicación de individuos de carbonillo.

Plantas Seleccionadas de *Carica chilensis* - Pta. Teatinos

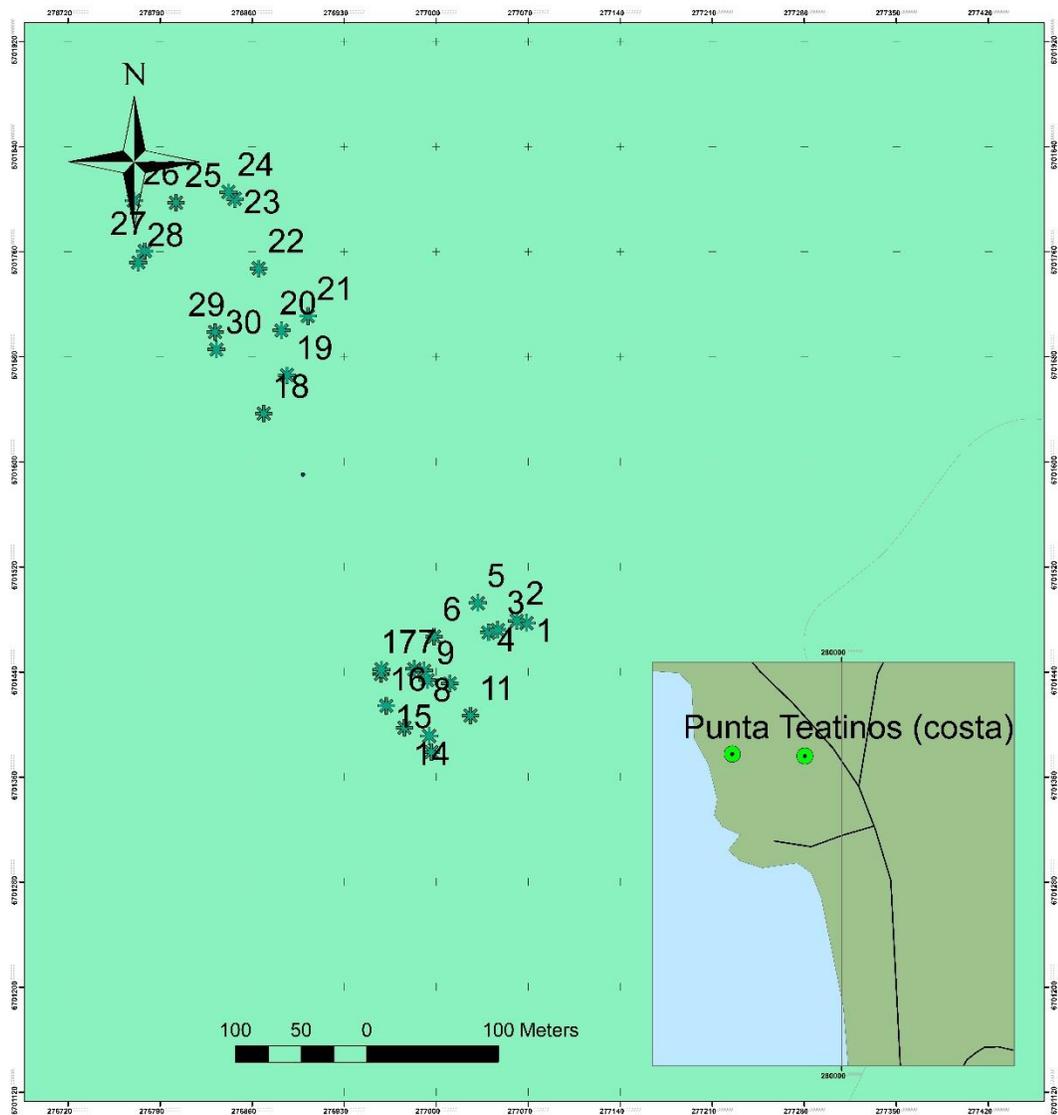


Coodenadas WGS 84
DATum 19 S
Elaborado: Instituto Forestal



Figura 10. Sector Punta Teatinos, ubicación de individuos de papayo silvestre.

Plantas Seleccionadas de *M. coquimbensis* - Pta. Teatinos

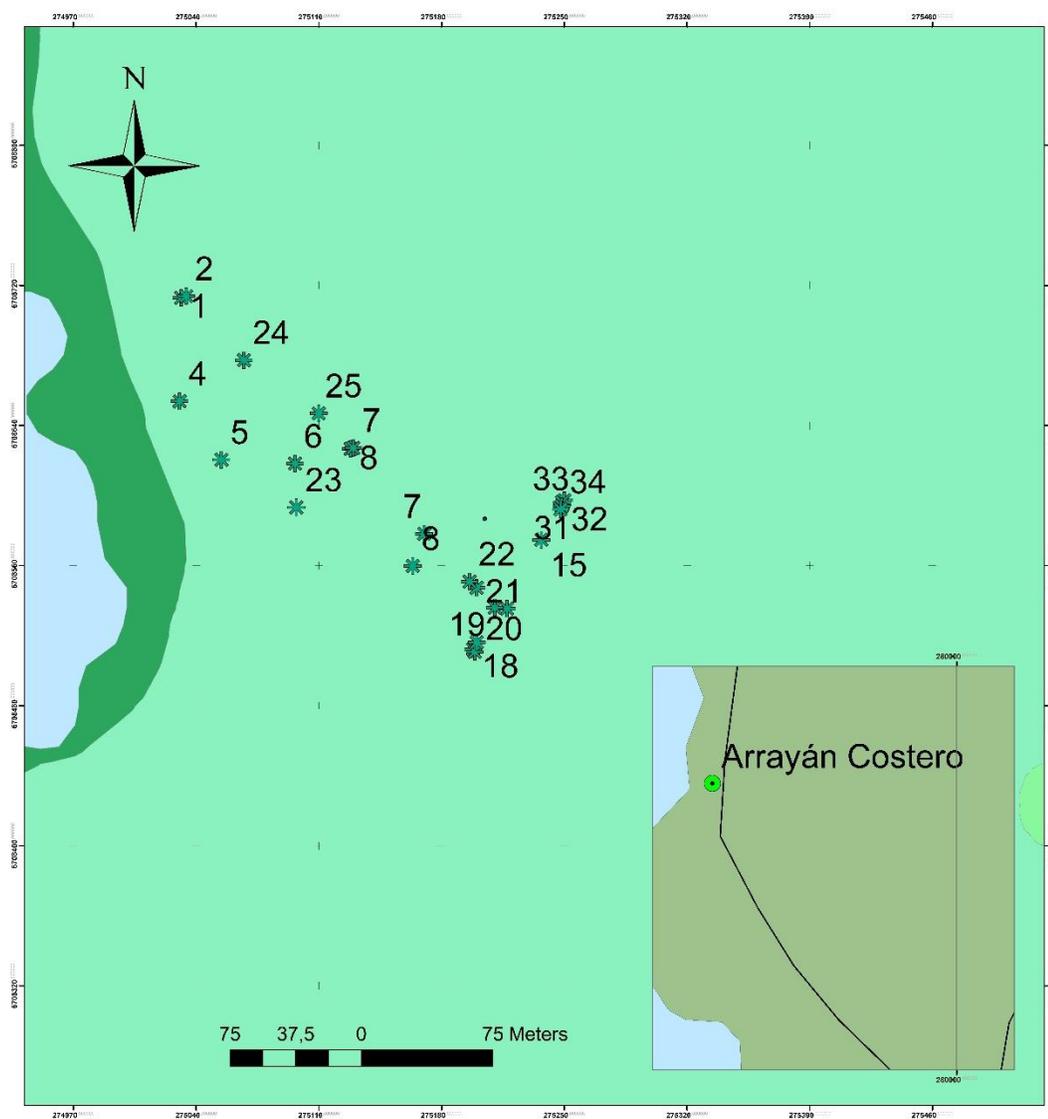


Coodenadas WGS 84
DAtum 19 S
Elaborado: Instituto Forestal



Figura 11. Sector Punta Teatinos, ubicación de individuos de lucumillo.

Plantas Seleccionadas de Carica Chilensis - Arrayán Costero

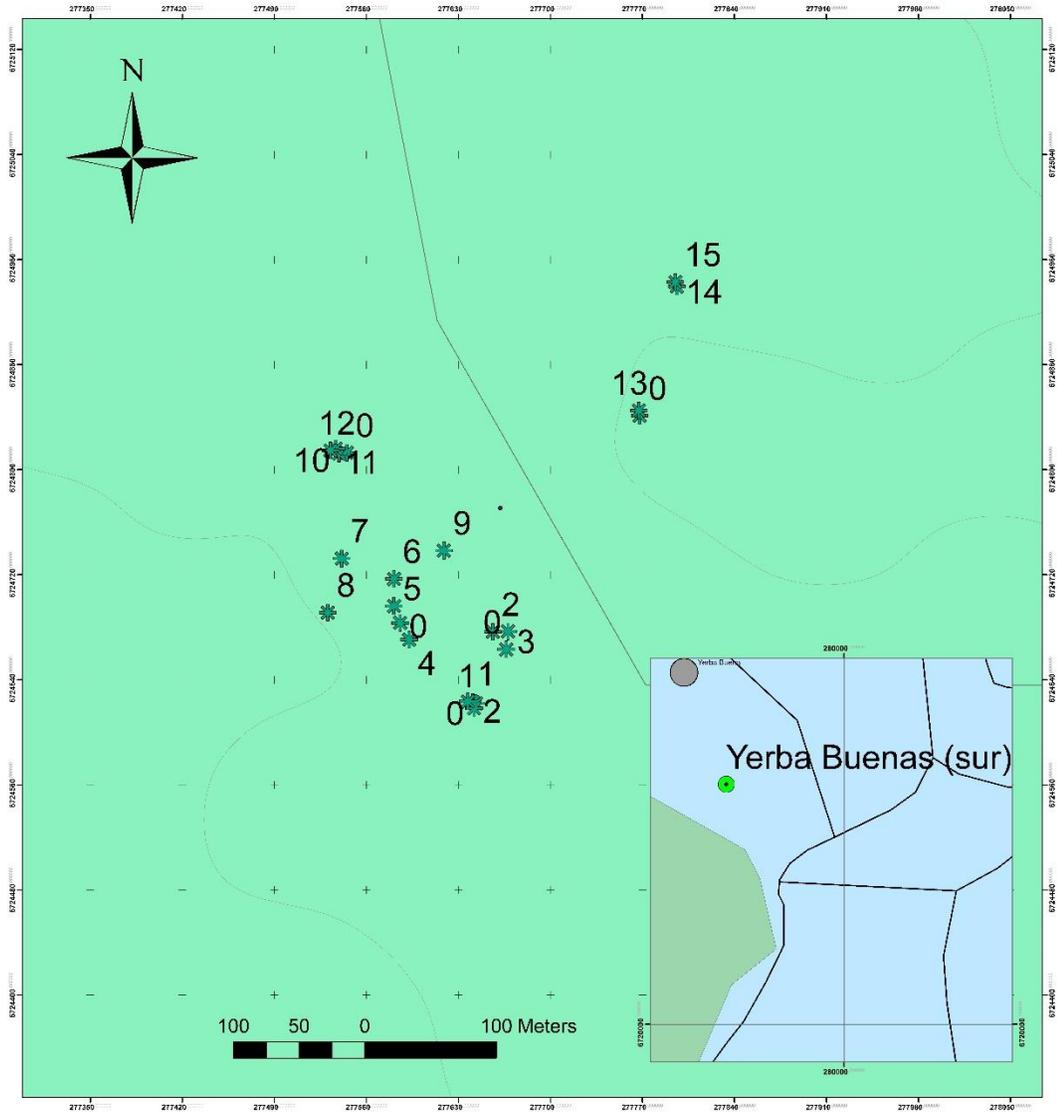


Coodenadas WGS 84
DAtum 19 S
Elaborado: Instituto Forestal



Figura 12. Sector Arrayán Costero, ubicación de individuos de papayo silvestre.

Plantas Seleccionadas de Carica Chilensis - Yerba Buena

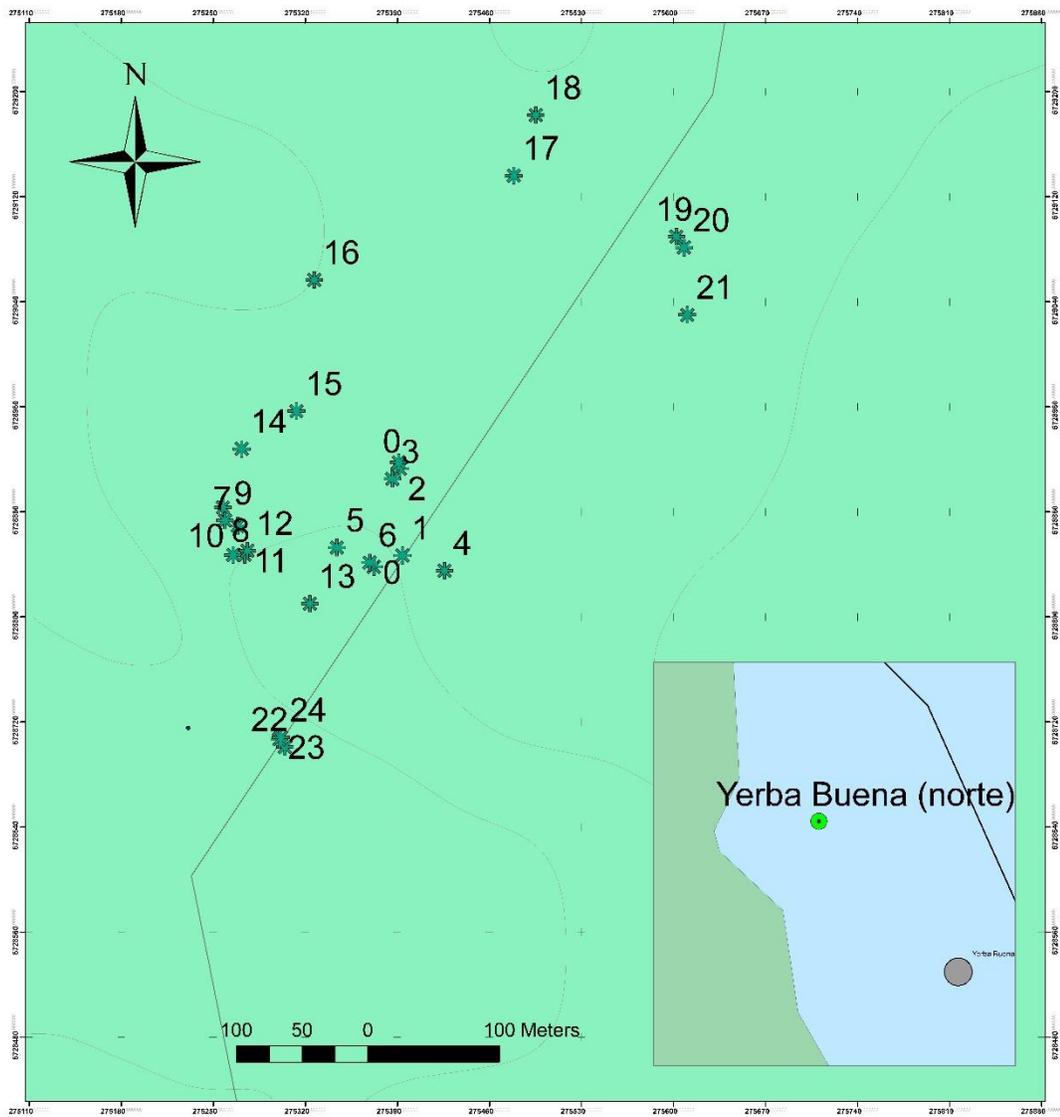


Coodenadas WGS 84
DATum 19 S
Elaborado: Instituto Forestal



Figura 13. Sector Yerba Buena, ubicación de individuos de papayo silvestre.

Plantas Seleccionadas de *M. coquimbensis* - Yerba Buena



Coodenadas WGS 84
DAtum 19 S
Elaborado: Instituto Forestal



Figura 14. Sector Yerba Buena, ubicación de individuos de lucumillo.

Medición inicial de individuos seleccionados.

Luego de identificar los sectores y los individuos, se registraron los siguientes datos.

Para carbonillo se midieron altura total, número de vástagos, diámetro a la altura del pecho (DAP) de cada vástago, diámetro de copa en su dirección norte-sur y este-oeste. En caso de la altura comienzo de copa no se consideró ya que todos los árboles presentaban ramas basales.

Los árboles presentaron una altura promedio de 2,63 metros, siendo los más altos de 3,85 m, en general tienen un crecimiento con varios fustes o vástagos, lo que genera amplias copas de aproximadamente 12 m².

Tabla 6. Estadígrafos dasométricos de carbonillo.

	HT	DAP Promedio	N° VASTAGO	D COPA N-S	D COPA E-O
Media	2,63	8,66	3,78	3,79	3,80
Error típico	0,07	0,46	0,24	0,15	0,19
Mediana	2,60	7,42	4,00	3,54	3,56
Moda	2,70	6,40	4,00	3,28	3,80
Desviación estándar	0,55	3,59	1,88	1,14	1,44
Varianza de la muestra	0,30	12,91	3,53	1,30	2,08
Mínimo	1,68	4,77	1,00	1,51	1,70
Máximo	3,85	22,50	9,00	7,21	9,76

La desviación estándar para el caso de la altura es bastante bajo, donde la muestra no presenta una gran varianza, no así el caso del diámetro, el cual muestra una gran desviación. Esta información nos permite observar que los árboles no son homogéneos, por lo tanto debemos tener en cuenta esta diferencia al momento de definir los tratamientos silviculturales.

Para el caso de papayo silvestre son plantas de baja altura, registrando un promedio de 1,57 m, por esta razón se decidió medir el diámetro de cuello para poder contar con información posible de comparar. Esta variable presenta una gran variación, encontrándose individuos de 2,5 cm hasta 25 cm de DAC. En general no es un árbol con muchos vástagos, pero existen algunos individuos que si presentan esta forma, lo cual debe ser analizado junto con el entorno.

Tabla 7. Estadígrafos dasométricos de papayo silvestre.

	HT	DAC promedio	N° VASTAGO	D COPA N-S	D COPA E-O
Media	1,57	8,63	1,79	1,44	1,31
Error típico	0,18	0,57	0,17	0,09	0,07
Mediana	1,38	7,60	1,00	1,34	1,26
Moda	0,95	6,00	1,00	1,60	1,05
Desviación estándar	1,40	4,46	1,32	0,71	0,56
Varianza de la muestra	1,96	19,92	1,74	0,51	0,31
Mínimo	0,70	2,40	1,00	0,40	0,14
Máximo	11,80	25,00	7,00	4,60	3,32

Lucumillo presenta una forma globosa con copa desde la base, formando verdaderas semiesferas muy difíciles de penetrar, cada arbusto está conformado por una serie de vástagos que pueden superar ampliamente la docena de fustes muy delgados con un DAP promedio de 2,5 cm. Dada esta condición se decidió no medir los DAP o DAC, ya que es muy difícil acceder a aquellos fustes que se encuentran en el centro del arbusto, lo cual puede dañar mecánicamente a la planta.

En general son arbustos de mediana altura, en promedio no superan el 1,48 m. la forma es redonda, presentando la misma distancia en su diámetro N-S y E-O. la mayor diferencia la presenta el N° de vástagos que conforman los arbustos presentándose hasta 42 vástagos, sin embargo, esta condición es poco frecuente, siendo el promedio 10,3 vástagos.

Tabla 8. Estadígrafos dasométricos de lucumillo.

	HT	N° VASTAGO	D COPA N-S	D COPA E-O
Media	1,48	10,30	2,18	2,15
Error típico	0,06	0,91	0,09	0,10
Mediana	1,40	9,00	2,17	2,06
Moda	1,10	6,00	2,20	1,58
Desviación estándar	0,43	7,08	0,71	0,75
Varianza de la muestra	0,19	50,14	0,51	0,56
Mínimo	0,95	2,00	0,89	0,80
Máximo	3,50	42,00	4,88	5,10

Aplicación de manejo.

Con esta información se evaluó la condición inicial, lo cual permitió definir la intensidad y tipo de poda a aplicar. Además de las variables de forma y tamaño la aplicación de los manejos se consideró el estado sanitario o la presencia de algunas plantas competidoras, la ubicación en relación a sus compañeros, la presencia de yemas de crecimiento o florales.

Las podas fueron realizadas en mes de mayo del año 2016, considerando que en esta época las plantas están iniciando su receso vegetativo, sin embargo, se encontraron ejemplares de *Carica chilensis* con flores y frutos. Dado que no se podía seguir dilatando la ejecución de esta actividad los individuos fueron manejados igualmente, tratando de dañar lo menos posible aquellos ejemplares que tenían frutos. Dentro del estudio se pudo observar que la fenología de *C. chilensis* no responde al ciclo anual de las estaciones, sino, está más relacionado con las precipitaciones y las temperaturas. Así mismo fue posible observar plantas que presentaban hojas, flores y frutos al mismo tiempo.

El manejo de *M. coquimbensis* se realizó pensando en tres escenarios, el primero corresponde a una poda de vástagos (Tratamiento 1 o T1), en la cual se eliminaron los vástagos laterales tratando de dejar un eje central con varias ramas y suficiente follaje, el propósito es observar si al disminuir su masa foliar es posible concentrar el crecimiento en algunas ramas y aumente la producción de frutos.

El segundo manejo consistió en una poda apical (Tratamiento 2 o T2) para eliminar todas aquellas hojas marchitas o dañadas por el sol, permitiendo que hojas nuevas cumplan la función de realizar la fotosíntesis y observar si esto aumenta la productividad de frutos.

Se evaluaron individuos sin manejo los cuales forman parte del Tratamiento Control o T3.



Figura 15. Manejo de Lucumillo (*M. coquimbensis*). 1) poda apical; 2) poda de vástagos

En el caso de papayo silvestre los manejos fueron menos intensivos, excepto en aquellos ejemplares que por su tamaño permitieron una poda apical más fuerte, por otra parte, dentro de los ejemplares seleccionados existían pocos con presencia de vástagos, en ese caso se realizó una poda de ramas laterales.



Figura 16. Manejo de papayo silvestre 1) poda apical; 2) poda de vástagos

Para carbonillo se siguieron los mismos parámetros que para Lucumillo.



Figura 17. Manejo de carbonillo 1) poda apical; 2) poda de vástagos

Evaluación de variables fenológicas y crecimiento

Estas variables son evaluadas durante fines del 2017 y finales del 2018, la respuesta se empezó a observar durante el verano de 2017 y 2018, y luego se prosiguió midiendo durante el resto del año 2018.

1. Cordia decandra a. Crecimiento

El crecimiento de *C. decandra* muestra diferencias entre cada sector, siendo Las Cardas mayor que Quitallaco. Esta diferencia es estadísticamente significativa, según se observa en el test de Tukey realizado.

Tabla 9. Estadígrafos y Análisis de varianza del crecimiento de *C. decandra*.

<u>Sector</u>	<u>Variable</u>	<u>n</u>	<u>Media</u>	<u>D.E.</u>	<u>Var(n)</u>	<u>E.E.</u>	<u>Mín</u>	<u>Máx</u>
Cardas	Crecimiento	30	9,15	3,13	9,45	0,57	4,75	19,42
Quitallaco	Crecimiento	30	7,57	2,25	4,91	0,41	3,00	14,25

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,40835

Error: 7,4252 gl: 58

Sector	Mediasn	E.E.	
Cardas	9,15 30	0,50	A
Quitallaco	7,57 30	0,50	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

El crecimiento por tratamiento para *C. decandra* se observa que los tratamientos 1 y 2 correspondientes a las podas (apical y de vástago) son mayores que el control, siendo mayor el tratamiento 2 con 9,67 cm, el tratamiento 1 con 9,24 cm y el control con 6,17 cm.

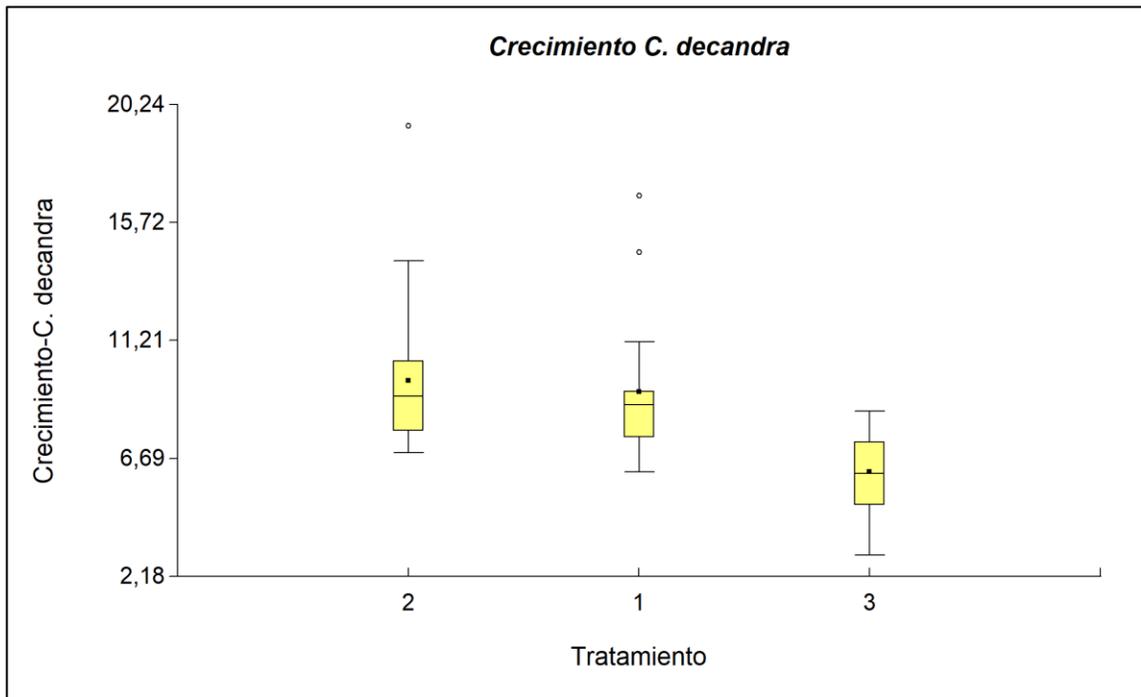


Figura 18. Gráfico de caja para el crecimiento de *C. decandra*.

Estadísticamente estas diferencias son significativas como observa en el cuadro siguiente.

Tabla 10. Análisis de varianza del crecimiento de *C. decandra* por tratamiento.

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,80908			
Error: 5,6516 gl: 57			
Tratamiento	Mediasn	E.E.	
2	9,67 20	0,53	A
1	9,24 20	0,53	A
3	6,17 20	0,53	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

El gráfico siguiente muestra la media y el error estándar de cada tratamiento para el crecimiento de *C. decandra*.

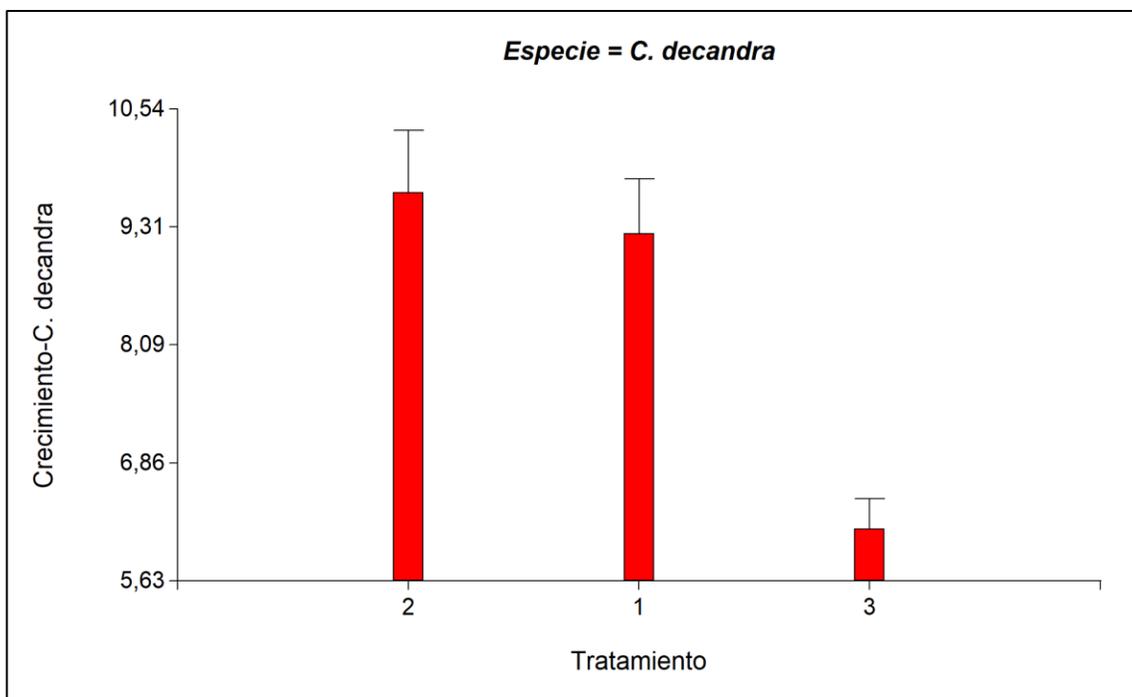


Figura 19. Gráfico de barra para el crecimiento de *C. decandra* por tratamiento.

Los resultados del crecimiento por cada sector también fueron significativos para *C. decandra*, siendo mayores para los manejos de poda sobre el control. en el caso del sector Las Cardas, el tratamiento 1 fue el que presentó el mayor crecimiento, muy cercano al tratamiento 2, el grupo control presentó el menor crecimiento para este sector.

Tabla 11. Análisis de varianza del crecimiento de *C. decandra* por tratamiento para el sector Las Cardas.

Sector	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Cardas	Crecimiento	30	0,30	0,25	29,55

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,99858
 Error: 7,3131 gl: 27

Tratamiento	Mediasn	E.E.	
1	10,43 10	0,86	A
2	10,26 10	0,86	A
3	6,76 10	0,86	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

En el caso de Quitallaco, fue el T2 el que presentó el mayor crecimiento, con 9,08 cm. Nuevamente el T3 fue el que presentó el menor crecimiento.

Tabla 12. Análisis de varianza del crecimiento de *C. decandra* por tratamiento para el sector Quitallaco.

Sector	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Quitallaco	Crecimiento	30	0,44	0,40	23,08

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,93822

Error: 3,0555 gl: 27

Tratamiento	Mediasn	E.E.	
2	9,08 10	0,55	A
1	8,05 10	0,55	A
3	5,58 10	0,55	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Para ambos sectores las diferencias entre los manejos y el control fueron significativas.

b. N° de brotes.

Al evaluar los estados florales de las especies se consideró un promedio del N° máximo de cada uno de ellos como la variable a considerar, asumiendo que las 12 ramas monitoreadas representan a cada individuo.

En el caso del número de brotes o yemas florales se observa que ambos tratamientos (T1 y T2) lograron promedios mayores que el T3, siendo el T1 el que presenta casi 11 brotes por rama, con un máximo de 20 brotes.

Tabla 13. Estadígrafos y Análisis de varianza del N° de brotes de *C. decandra*.

tratamiento	Variable	n	Media	D.E.	Var(n)	E.E.	Mín	Máx
1	N° brotes	20	10,65	5,00	23,73	1,12	3,00	20,00
2	N° brotes	20	9,30	2,89	7,91	0,65	4,00	15,00
3	N° brotes	20	7,60	2,62	6,54	0,59	3,00	13,00

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,78517

Error: 13,3956 gl: 57

tratamiento	Mediasn	E.E.	
1	10,65 20	0,82	A
2	9,30 20	0,82	A B
3	7,60 20	0,82	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

A este nivel las diferencias son significativas entre el T1 y T3, siendo el T2 estadísticamente similar a los otros tratamientos.

Si comparamos el N° de brotes por cada uno de los sectores se observa que, en Las Cardas el T1 es estadísticamente diferente a los otros tratamientos.

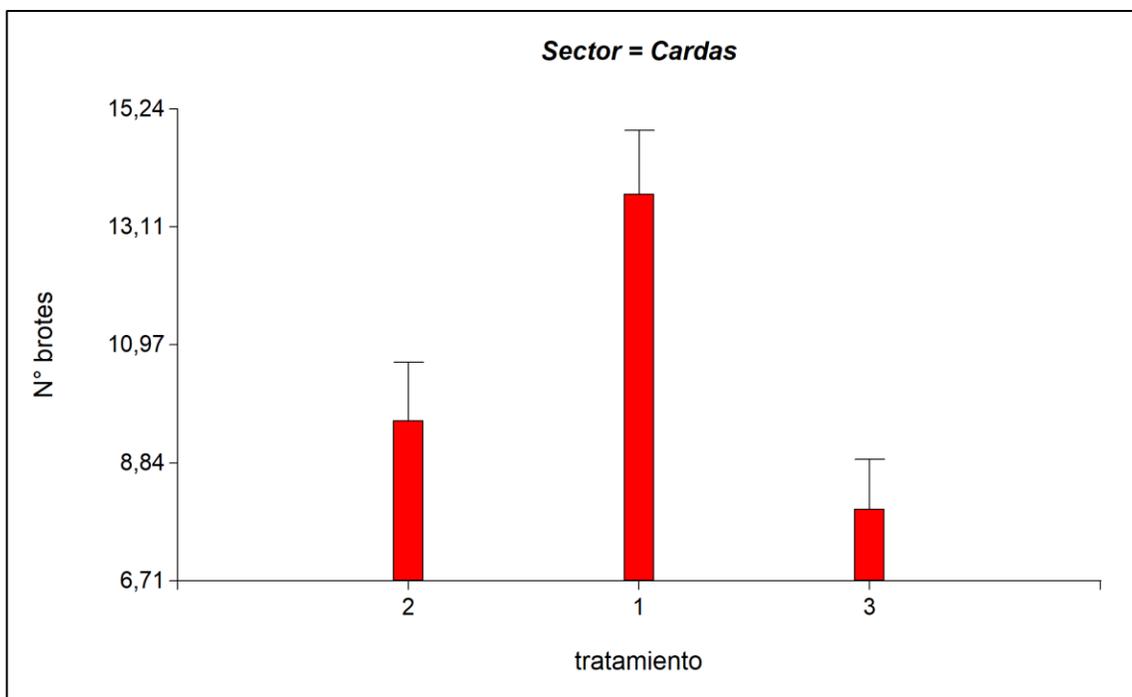


Figura 20. Gráfico de barra N° de brotes de *C. decandra* por tratamiento en Sector Las Cardas.

En el caso de Quitallaco, es el T2 mayor que los otros, pero no se observa que esta diferencia sea significativa.

Tabla 14. Análisis de varianza del N° de brotes de *C. decandra*, por cada sector.

Análisis de la varianza					
Sector	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Cardas	N° brotes	30	0,37	0,32	31,65
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,66206					
Error: 10,9074 gl: 27					
tratamiento	Mediasn	E.E.			
1	13,70 10	1,04	A		
2	9,60 10	1,04	B		
3	8,00 10	1,04	B		
<i>Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)</i>					
Sector	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Quitallaco	N° brotes	30	0,06	0,00	40,45
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,55799					
Error: 10,2963 gl: 27					
tratamiento	Mediasn	E.E.			
2	9,00 10	1,01	A		
1	7,60 10	1,01	A		

3 7,20 10 1,01 A
 Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

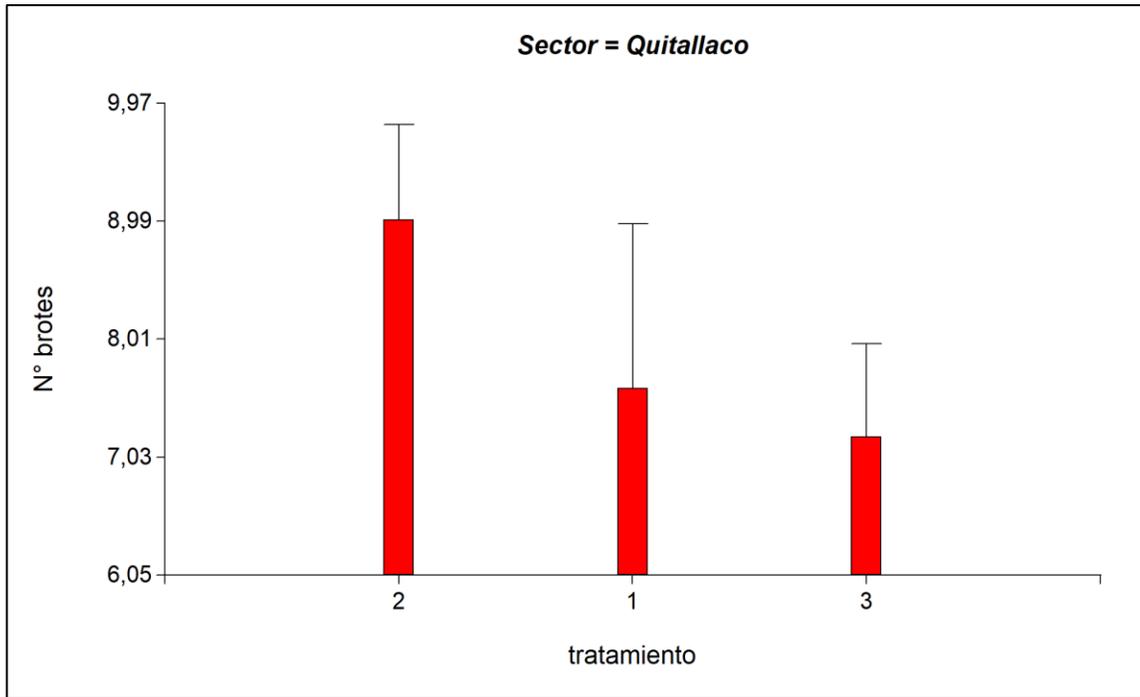


Figura 21. Gráfico de barra para el N° de brotes de *C. decandra* por tratamiento en Sector Quitallaco.

c. Floración.

En el caso de la floración el T2 fue el que presentó el mayor número de Flores por rama, seguido por el T3 y finalmente por T1.

Tabla 15. Estadígrafos del N° de flores de *C. decandra*.

<u>tratamiento</u>	<u>Variable</u>	<u>n</u>	<u>Media</u>	<u>D.E.</u>	<u>Var(n)</u>	<u>E.E.</u>	<u>Mín</u>	<u>Máx</u>
1	N° de flores	20	22,45	9,54	86,55	2,13	5,00	41,00
2	N° de flores	20	36,80	12,30	143,66	2,75	15,00	62,00
3	N° de flores	20	28,20	14,23	192,46	3,18	5,00	57,00

Cabe destacar que en el caso del T3 el EE es mayor para los otros dos tratamientos, al igual que su D.E., lo cual podría asociarse a la heterogeneidad de formas y tamaños que se observa naturalmente en esta especie.

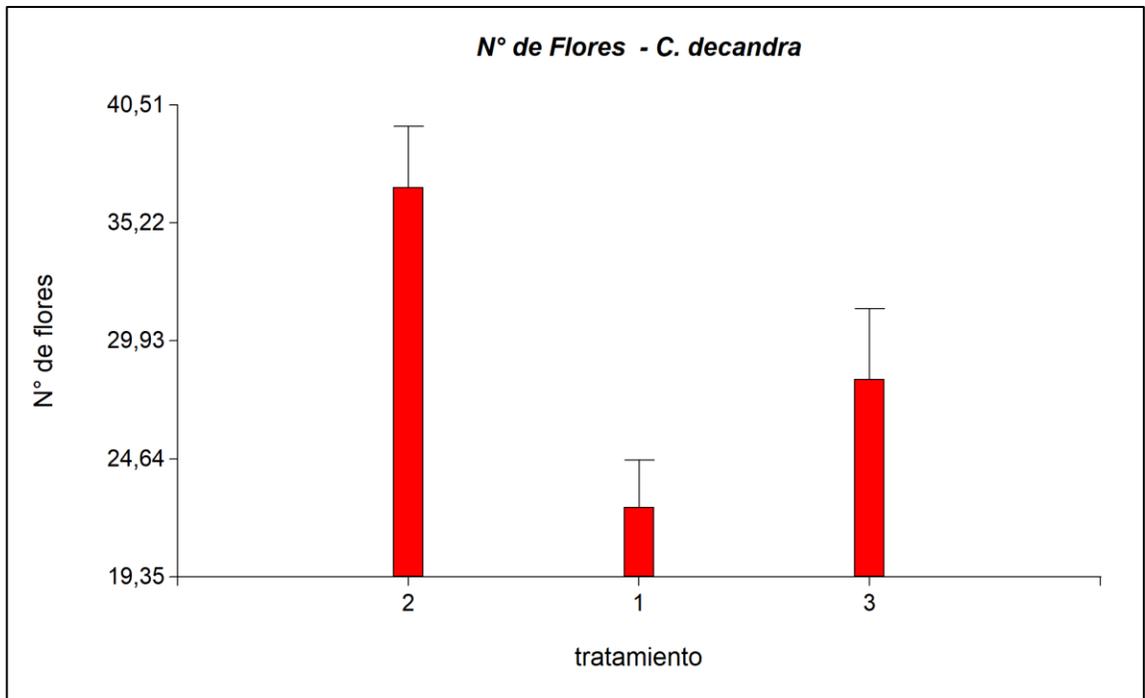


Figura 22. Gráfico de barra para el N° de flores de *C. decandra* por tratamiento.

Si analizamos estas diferencias por sector se observa que en Las Cardas existe una diferencia significativa entre el T1 y los otros dos, no así en Quitallaco donde las diferencias entre los tratamientos no son significativas.

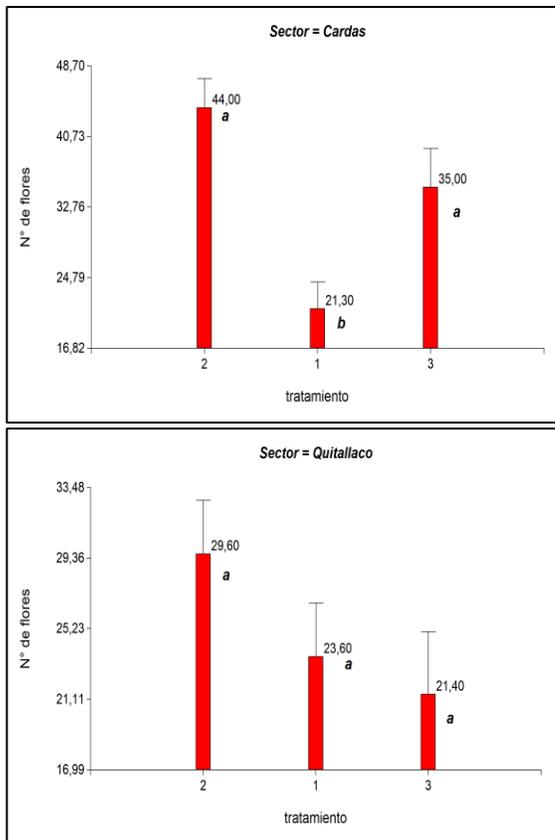


Figura 23. Gráfico de barra para el N° de flores de *C. decandra* por tratamiento y por sector.

d. Fructificación

En cuanto al n° de frutos observados, los tratamientos no presentaron diferencias significativas, siendo el T2 el que presentó un valor levemente mayor.

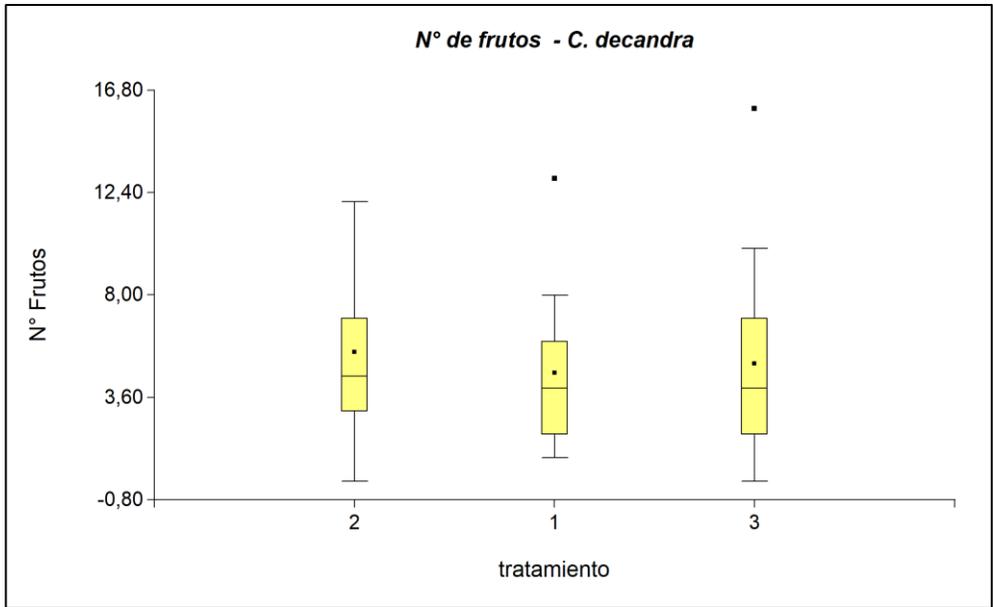


Figura 24. Gráfico de barra para el N° de frutos de *C. decandra* por tratamiento.

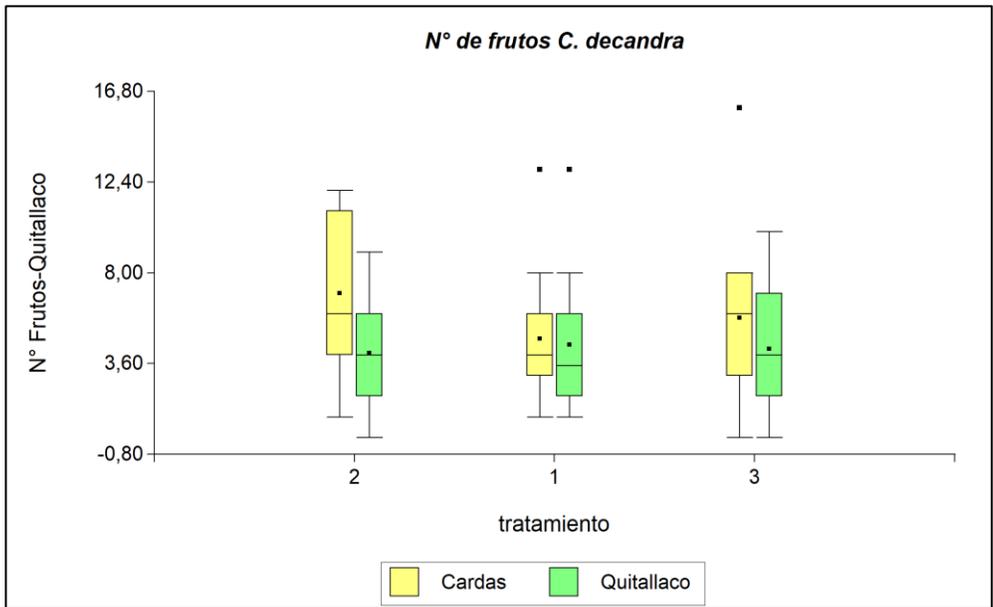


Figura 25. Gráfico de barra para el N° de frutos de *C. decandra* por tratamiento y por sector.

Cuando se analiza esto por sector, se observa que las diferencias son más marcadas, al menos en el sector Las Cardas para el T2, pero no llegan a ser significativas.

Tabla 16. Análisis de varianza del N° de frutos de *C. decandra*, por cada sector.

Sector	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Cardas	N° Frutos	30	0,05	0,00	68,12
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=4,43121					
Error: 15,9704 gl: 27					
tratamiento	Medias	n	E.E.		
2	7,00	10	1,26	A	
3	5,80	10	1,26	A	
1	4,80	10	1,26	A	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)					

Sector	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Quitallaco	N° Frutos	30	2,9E-03	0,00	74,82
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,56758					
Error: 10,3519 gl: 27					
tratamiento	Medias	n	E.E.		
1	4,50	10	1,02	A	
3	4,30	10	1,02	A	
2	4,10	10	1,02	A	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)					

2. *Myrcianthes coquimbensis*

a. *Crecimiento*

En cuanto al crecimiento observado para *M. coquimbensis* el T1 fue el que presentó el mayor valor, seguido por T2 y finalmente por T3. Las diferencias entre los tratamiento no son significativas (tabla 15).

Tabla 17. Análisis de varianza del crecimiento de *M. coquimbensis*, por cada tratamiento.

Análisis de la varianza					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Crecimiento	53	0,09	0,05	46,15	
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,22464					
Error: 2,2389 gl: 50					
Tratamiento	Medias	n	E.E.		
1	3,78	15	0,39	A	
2	3,36	20	0,33	A	
3	2,66	18	0,35	A	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)					

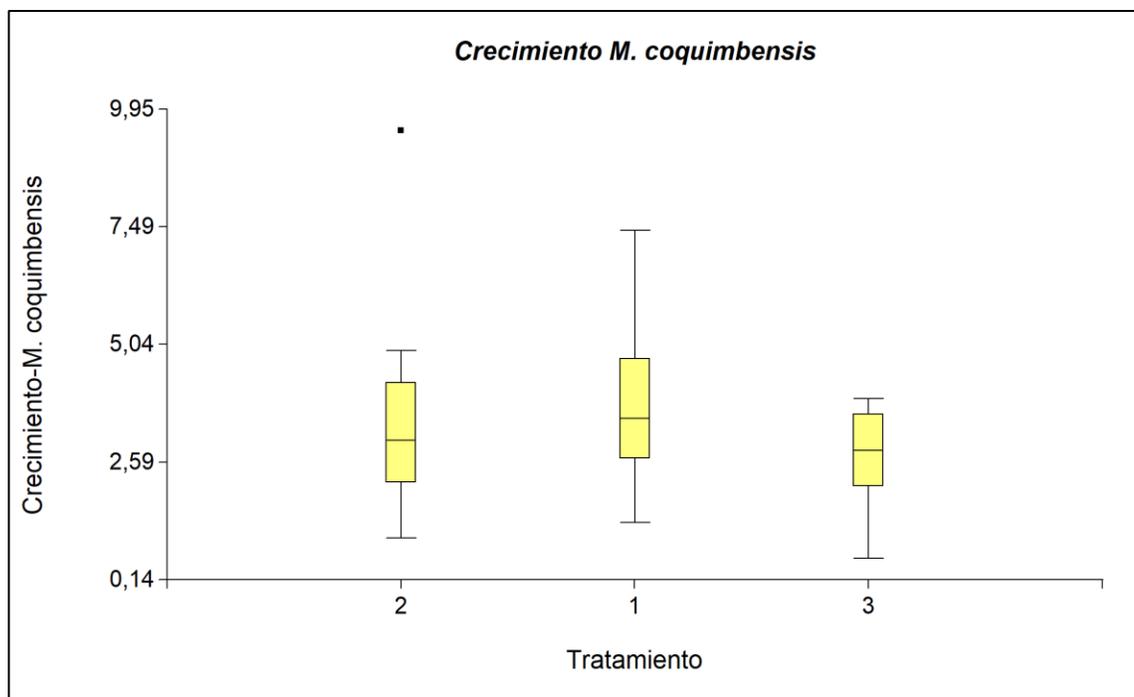


Figura 26. Gráfico de caja con el crecimiento de *M. Coquimbensis* por tratamiento.

Al observar el crecimiento por tratamiento, el T3 es el que presenta el menor valor, no superando los 3 cm de crecimiento total promedio en la temporada post manejo. El tratamiento 1 sigue siendo el de mejor desempeño para ambos sectores. Sin embargo, estas diferencias no son estadísticamente significativas.

Tabla 18. Estadísticos descriptivos del crecimiento de *M. coquimbensis*, por cada tratamiento y sector.

Trat	Sector	Variable	n	Media	D.E.	Var(n)	E.E.	Mín	Max
1	Teatino	Crecimiento	7	3,52	1,24	1,31	0,47	2,17	5,00
1	Yerba buena	Crecimiento	8	4,01	1,76	2,70	0,62	1,33	7,42
2	Teatino	Crecimiento	10	3,33	1,18	1,26	0,37	1,50	4,75
2	Yerba buena	Crecimiento	10	3,39	2,40	5,17	0,76	1,00	9,50
3	Teatino	Crecimiento	9	2,78	1,13	1,14	0,38	0,58	3,92
3	Yerba buena	Crecimiento	9	2,54	0,83	0,61	0,28	1,25	3,67

b. Nº de brotes.

En cuanto al nº de brotes el T2 fue el que presentó el promedio más alto, y el T1 el menor valor. Estas diferencias observadas entre los tratamientos no son significativas.

Tabla 19. Análisis de varianza del Nº de brotes de *M. coquimbensis*, por cada tratamiento.

tratamiento	Mediasn	E.E.	
2	1,40 20	0,63	A
3	1,11 18	0,67	A
1	0,93 15	0,73	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Estas diferencias tampoco son significativas si analizamos los resultados por cada sector. Donde en el sector de Punta Teatinos fue el T2 quien presentó lo mayores valores y en el sector de Yerba buena fue el T1, sin embargo para ambos sectores el T3 no fue el tratamiento con menores resultados.

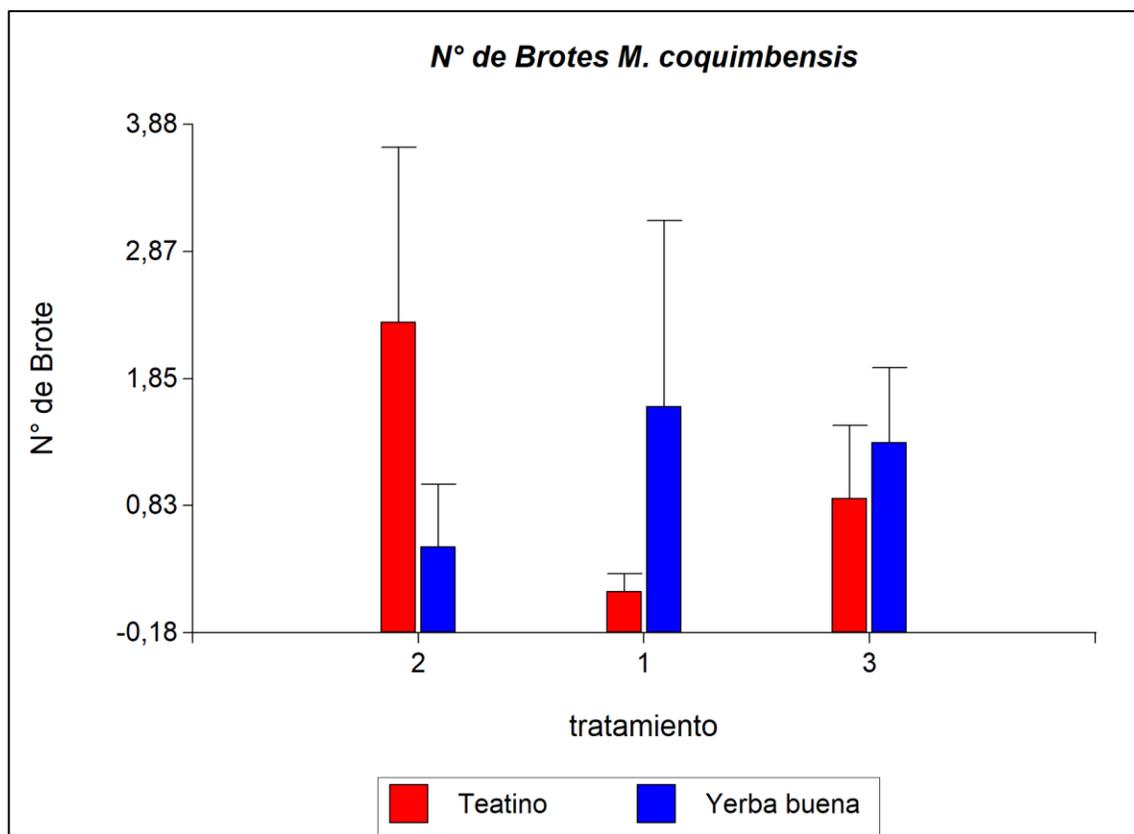


Figura 27. Gráfico del N° de brotes de *M. Coquimbensis* por tratamiento y sector.

c. Floración.

La floración no se vio afectada por los tratamientos, el N° de flores no fue importante para ningún tratamiento y las diferencias entre ellos no fue significativa.

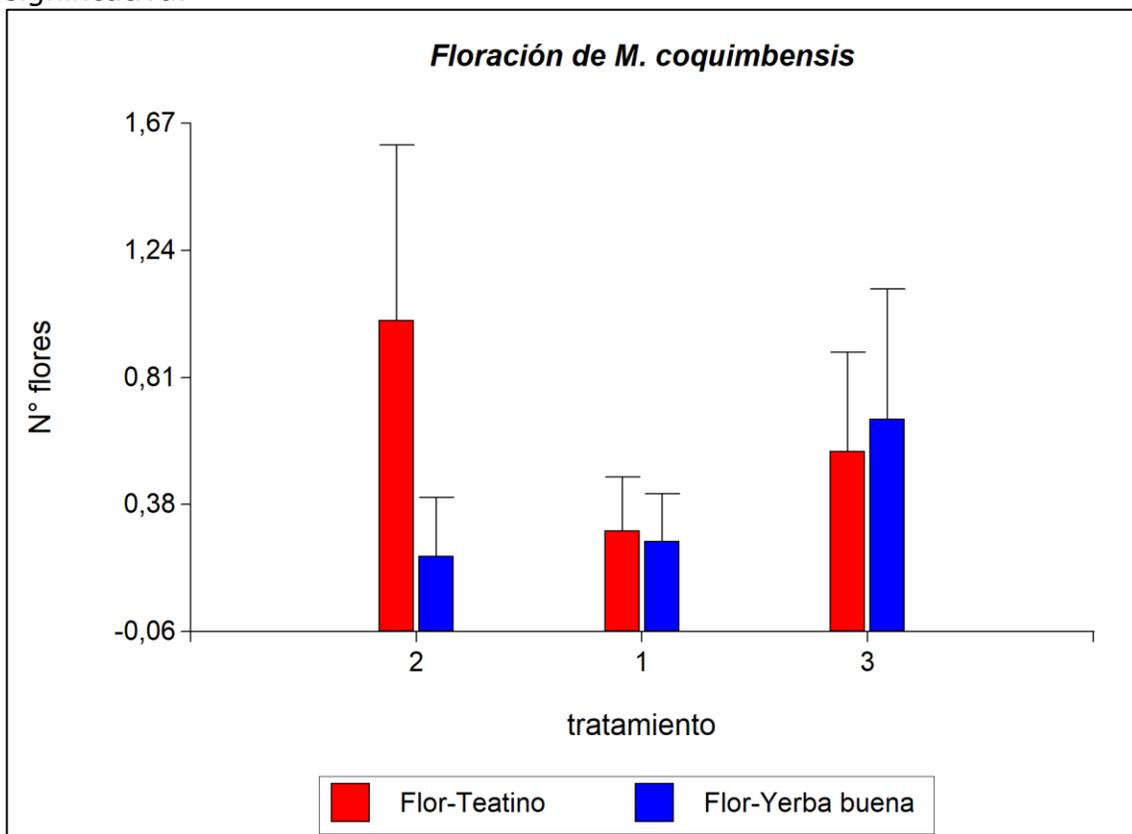


Figura 28. Gráfico del N° de flores de *M. Coquimbensis* por tratamiento y sector.

En el caso I sector Pta. Teatinos el tratamiento 2 fue el que mostró un mejor promedio, llegando a una flor por rama, sin embargo, todos los otros tratamientos y sectores se observa menos de una flor por rama.

Tabla 20. Estadísticos descriptivos de la floración de *M. coquimbensis*, por cada tratamiento en Pta. Teatinos.

Sector	Trat	Variable	n	Media	D.E.	Var(n)	E.E.	Mín	Max
Teatino	1	Flor	7	0,29	0,49	0,20	0,18	0,00	1,00
Teatino	2	Flor	10	1,00	1,89	3,20	0,60	0,00	6,00
Teatino	3	Flor	9	0,56	1,01	0,91	0,34	0,00	3,00

En el sector de Yerba Buena, los promedios son similares, donde en ningún tratamiento se observó valores sobre 1.

Tabla 21. Estadísticos descriptivos de la floración de *M. coquimbensis*, por cada tratamiento en Yerba Buena.

<u>Sector</u>	<u>Trat</u>	<u>Variable</u>	<u>n</u>	<u>Media</u>	<u>D.E.</u>	<u>Var(n)</u>	<u>E.E.</u>	<u>Mín</u>	<u>Max</u>
Yerba buena	1	Flor	8	0,25	0,46	0,19	0,16	0,00	1,00
Yerba buena	2	Flor	10	0,20	0,63	0,36	0,20	0,00	2,00
<u>Yerba buena</u>	<u>3</u>	<u>Flor</u>	<u>9</u>	<u>0,67</u>	<u>1,32</u>	<u>1,56</u>	<u>0,44</u>	<u>0,00</u>	<u>4,00</u>

d. Fructificación

En cuanto a la fructificación no se observó mayor presencia de frutos en ningún sector, al parecer las condiciones naturales no hacen posible la producción de frutos, independiente del manejo aplicado.

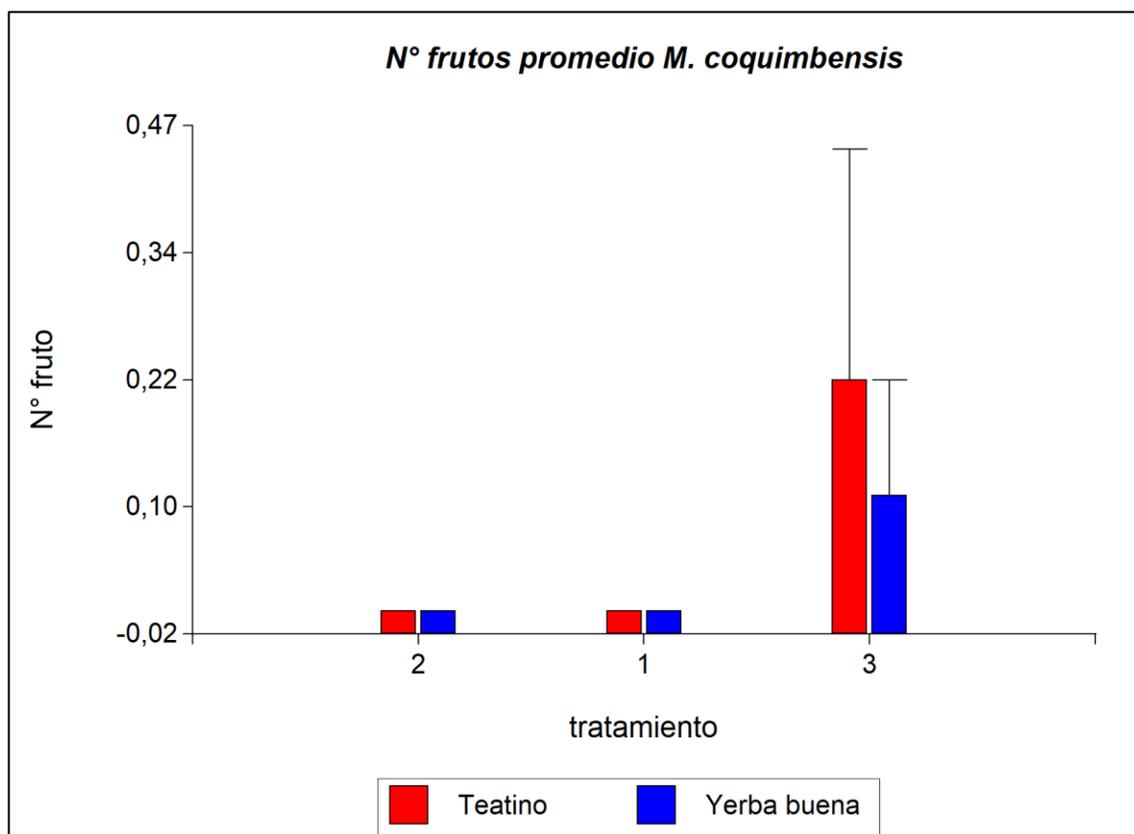


Figura 29. Gráfico del N° de frutos de *M. Coquimbensis* por tratamiento y sector.

3. *Carica chilensis*
a. Crecimiento

En general el crecimiento observado en ambos sectores fue muy similar, con un promedio cercano a los 4,5 cm por rama. Si observamos el crecimiento por tratamiento los T1 y T2 son mayores a los registrados por T3, sin embargo, estas diferencias no son estadísticamente significativas.

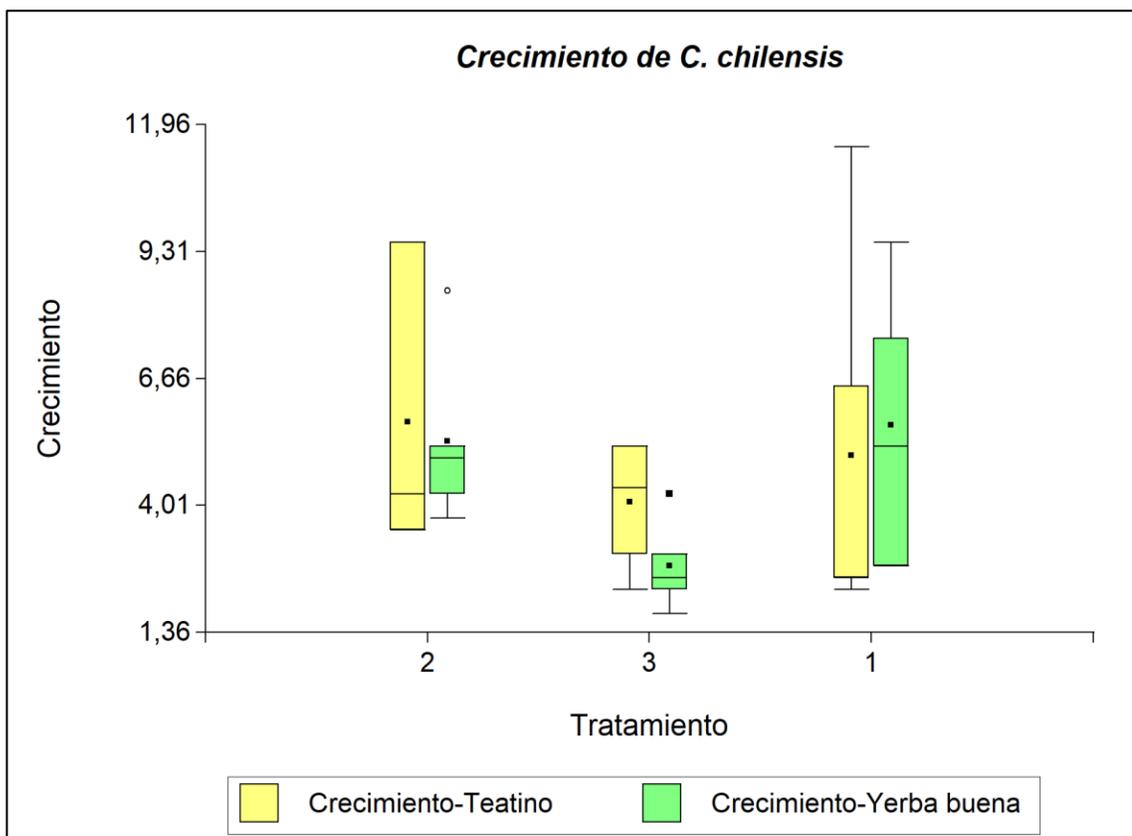


Figura 30. Gráfico del crecimiento de *C. chilensis* por tratamiento y sector.

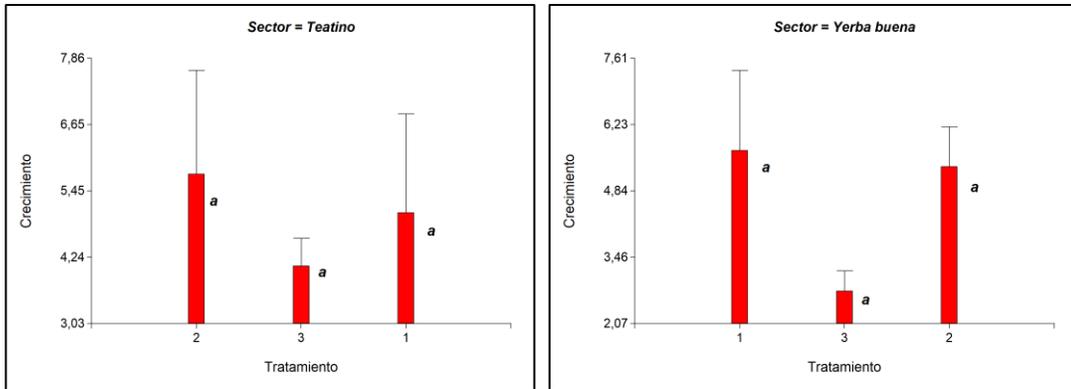


Figura 31. Gráfico del promedio de crecimiento de *C. chilensis* por tratamiento y sector.

b. N° de brotes

En cuanto al n° de brotes se puede observar que el T1 presentó mayores valores que los otros tratamientos en el sector de Pta. Teatinos, pero estas diferencias no son significativas.

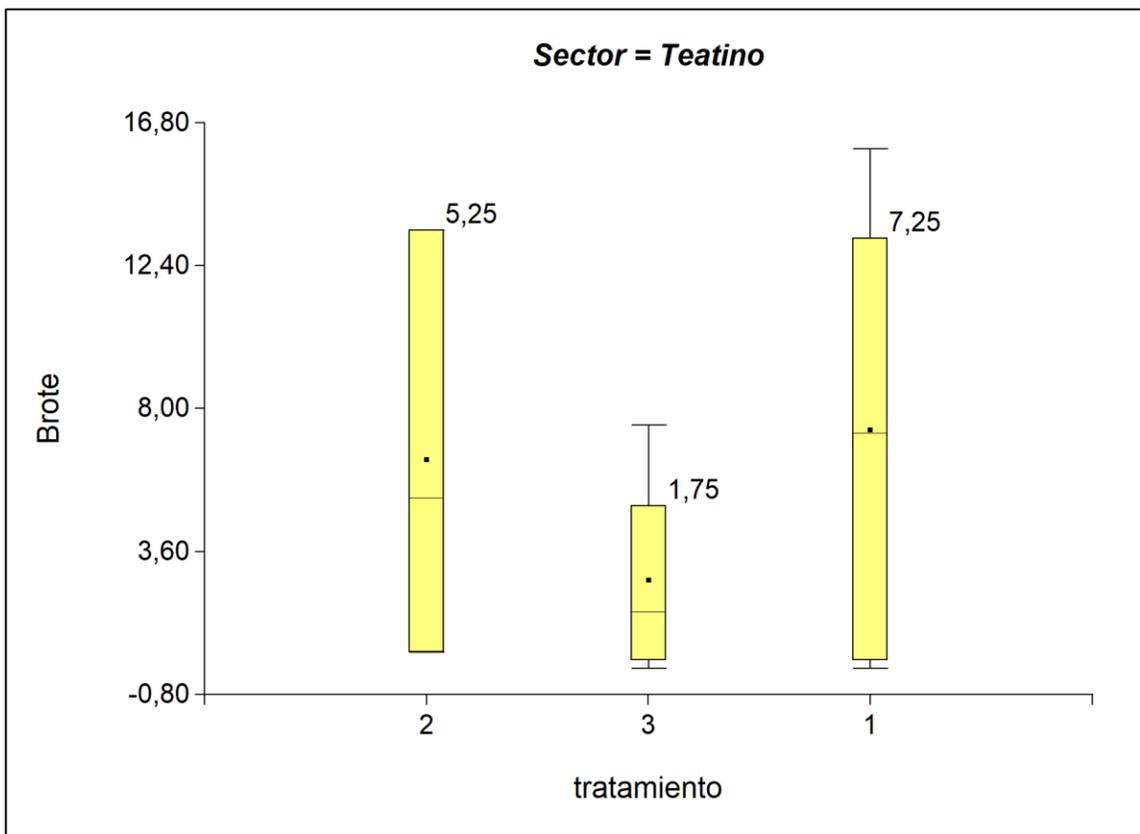


Figura 32. Gráfico del n° de brotes de *C. chilensis* por tratamiento en Pta. Teatinos.

En el sector de Yerba buena fue el T2 el que mostró mejores resultados, lo mismo que para el sector de Arrayan Costero. Nuevamente estas diferencias no estadísticamente significativas.

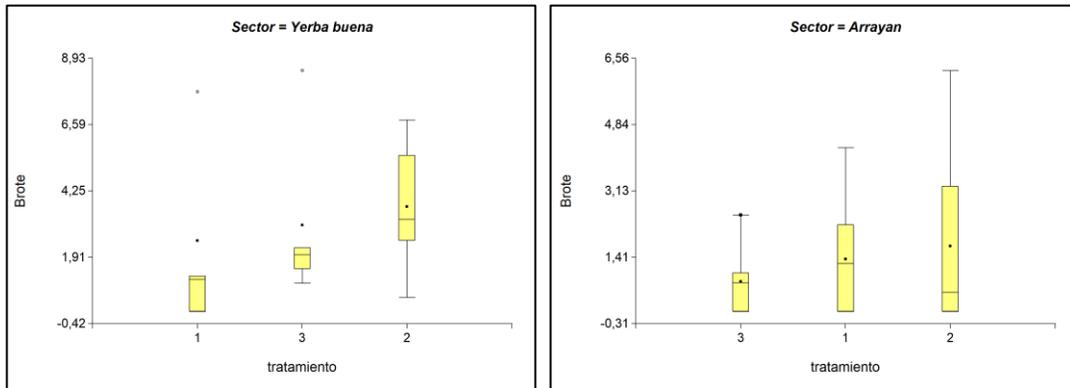


Figura 33. Gráfico del n° de brotes de *C. chilensis* por tratamiento en el sector de Yerba Buena y Arrayan Costero.

c. Floración

La floración fue el T1 el que mostró mayor n° de flores por rama, seguido del T2 y finalmente T3. Al realizar el análisis de varianza, esta mostró que en general no existe diferencias entre los tratamientos estadísticamente significantes.

Tabla 22. Estadísticos descriptivos de la floración de *C. chilensis*, por cada tratamiento.

<u>Trat</u>	<u>Variable</u>	<u>n</u>	<u>Media</u>	<u>D.E.</u>	<u>Var(n)</u>	<u>E.E.</u>	<u>Mín</u>	<u>Máx</u>
1	flor	18	2,96	2,63	6,55	0,62	0,50	11,00
2	flor	17	2,74	2,65	6,63	0,64	0,00	8,25
3	flor	20	1,99	2,11	4,22	0,47	0,00	7,25

Al analizar por cada sector, en Yerba Buena se observa que los mayores promedios los obtuvo el T2, seguido por T3 y finalmente T1. En los otros dos sectores se mantiene la relación que se observa en forma general por tratamiento.

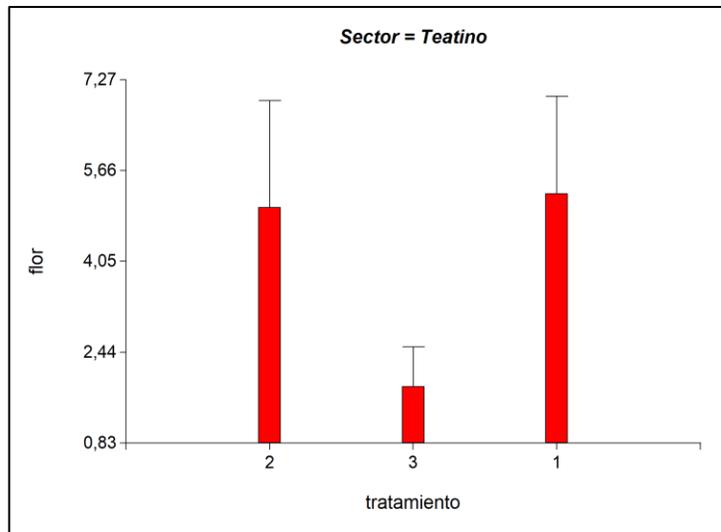


Figura 34. Gráfico del promedio de floracion de *C. chilensis* por tratamiento en Pta. Teatino.

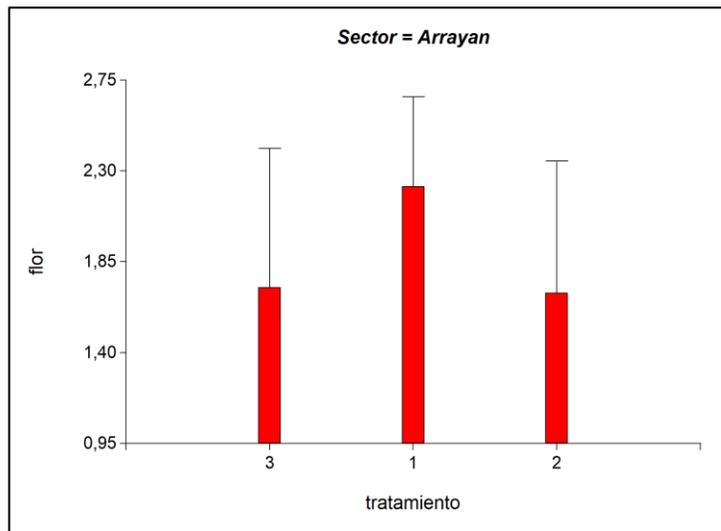


Figura 35. Gráfico del promedio de floracion de *C. chilensis* por tratamiento en Arrayan costero.

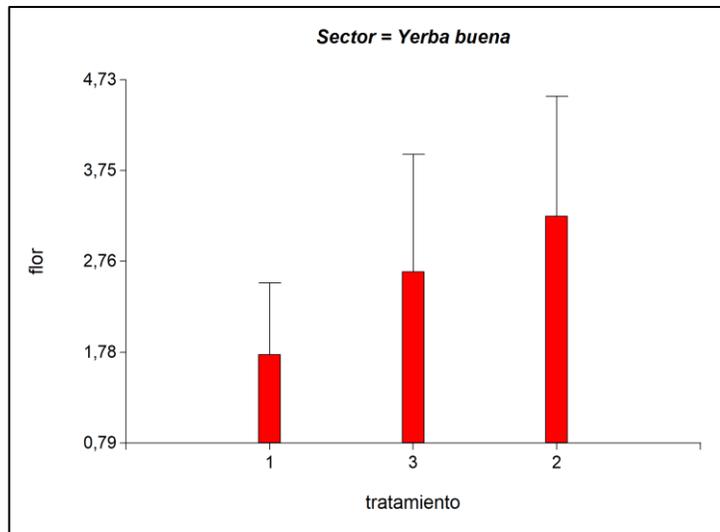


Figura 36. Gráfico del promedio de floración de *C. chilensis* por tratamiento en Yerba buena.

Aunque se observa que los tratamientos mejoraron el N° de flores producidos, estas diferencias no son estadísticamente significativas.

d. Fructificación

En cuanto a la producción de frutos, cabe señalar que existieron individuos que nunca produjeron frutos, pero si produjeron flores. Esto puede relacionarse que las *Las caricáceas (Caricaceae)* son una familia de plantas generalmente dioicas, por lo tanto esto ejemplares seleccionados pueden corresponder al individuo macho de la especie.

Sin embargo, al observar los datos de aquellos individuos que, si se observaron frutos, se aprecia que T1 y T2 presentaron mayores N° de frutos que el control.

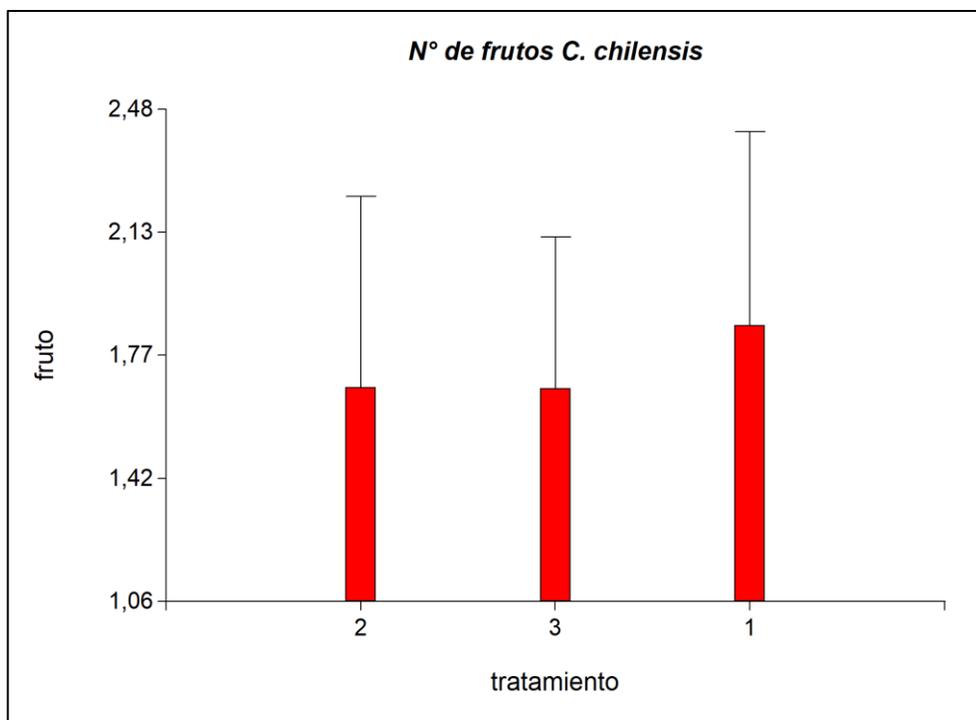


Figura 37. Gráfico del promedio de fructificación de *C. chilensis* por tratamiento.

Sin embargo, estas diferencias no son significativas. Lo mismo ocurre en el análisis por sector, los tratamientos son mejores que el control en Yerba Buena y el Arrayan costero, y en el sector de Pta. Teatinos es el T1 el de menor rendimiento.

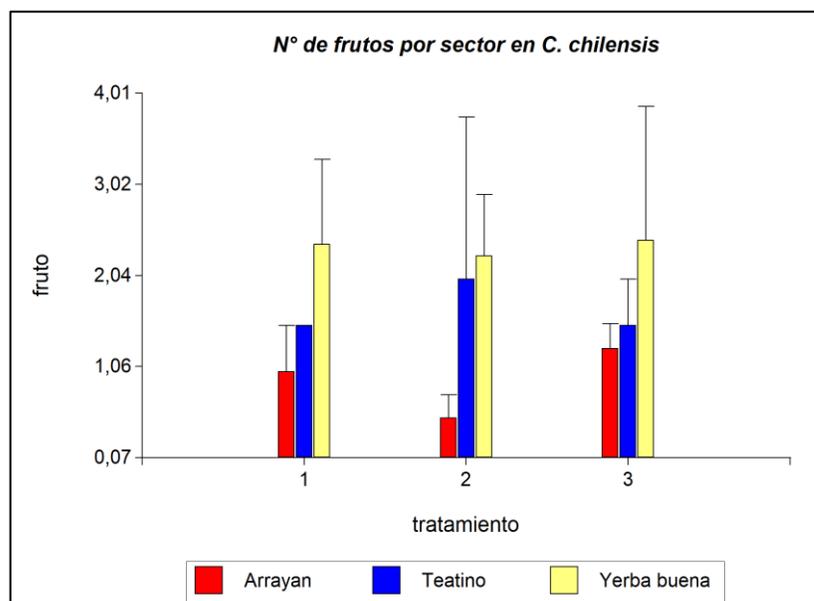


Figura 38. Gráfico del promedio de fructificación de *C. chilensis* por tratamiento y sector.

Tabla 23. Análisis de varianza del N° de frutos de *C. chilensis*, por cada tratamiento y sector.

Análisis de la varianza					
Sector	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Arrayan	flor	8	0,62	0,47	83,14
Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,92933					
Error: 0,4219 gl: 5					
tratamiento	Medias	n	E.E.		
1,00	1,88	2	0,46	A	
3,00	0,56	4	0,32	A	
2,00	0,13	2	0,46	A	
<i>Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)</i>					
Sector	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Teatino	flor	6	0,43	0,05	101,15
Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=8,76206					
Error: 3,5972 gl: 3					
tratamiento	Medias	n	E.E.		
2,00	3,50	2	1,34	A	
3,00	1,17	3	1,10	A	
1,00	0,75	1	1,90	A	
<i>Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)</i>					
Sector	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Yerba buena	flor	10	0,02	0,00	88,65
Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,26556					
Error: 2,0119 gl: 7					
tratamiento	Medias	n	E.E.		
1,00	1,75	4	0,71	A	
2,00	1,67	3	0,82	A	
3,00	1,33	3	0,82	A	
<i>Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)</i>					

5.1.2 Pate 2 - Estudio de Regeneración natural

En el marco de las actividades propuestas para dar respuesta al objetivo 1 planteado en este proyecto, se presentan los antecedentes y resultados obtenidos de las actividades desarrolladas.

Identificación del sector.

Se realizó un recorrido de la zona costera desde la zona costera de Chungungo hasta Punta Teatino, con el fin de buscar un sector común donde se encuentra creciendo las tres especies en estudio. Esta actividad se realizó

en el mes de septiembre del 2018. Por tema de crecimiento de las especies, la investigación fue realizada en una zona cercana a Chungungo, ubicada 51 km al norte de la ciudad de La Serena. La parcela se encuentra en una pequeñas quebradas y terrenos de baja pendiente, donde crecen plantas leñosas como *Encelia canescens*, *Heliotropium sp*, *Oxalis gigantea* y *Balbisia peduncularis* que poseen una cobertura vegetal menor a 1%. El clima se caracteriza por poseer una estación invernal con bajas temperaturas y una estación seca extensa donde las temperaturas aumentan a los 35°C aproximadamente y con ello disminuye significativamente el contenido de humedad en el suelo.

Recolección de siembra. Las semillas fueron recolectadas desde poblaciones cercanas a las especies manejadas (Tabla 21).

Tabla 21. Sectores de recolección de semillas por cada especie.

Especies	Ubicación (UTM)
<i>Myrcianthes coquimbensis</i>	278562.00 m E; 6698736.37 m S
<i>Carica chilensis</i>	302750.78 m E; 6742477.46 m S
<i>Cordia decandra</i>	328763.91 m E; 6741268.00 m S

Siembra de semillas. Según metodología, se diseñó miniparcels (cajas de madera) de 30*30 cm sub dividida (15*15) en la que se sembraron el 27 de septiembre al azar 10 semillas de cada una de las especies objetivo (Figura 29).



Figura 39. Instalación de ensayo. A) Preparación del suelo. B) Instalación de las cajas de protección. C) Preparación del suelo para la siembra. D) Siembra de semillas pre-tratadas.

Cada sub división fue replicada 3 veces y en total se sembraron 30 semillas pretratadas por cada tratamiento y especie (Figura 30).



Figura 40. Distribución de los tratamientos por cada especie objetivo.

Previamente se estableció en tratamiento control absoluto el cual consistió de un set de 20 semillas establecidas dentro de cápsulas de

Petri con agar-agar (1%) para su germinación en una cámara de crecimiento a 15°C, 75% de humedad relativa y 12/12 horas de fotoperiodo en un período de 20 a 63 días dependiendo de la especie. El porcentaje de germinación fue mayor al 50% de germinación, así las semillas usadas para este estudio presentaron una alta capacidad de germinación.

Riego. Las miniparcelas fueron regadas superficialmente. El volumen que se aplicó fue de 0,33 litros en una frecuencia de cinco riegos sucesivos durante septiembre a diciembre 2018. Con esto se completó 1,65 litros de agua que fue equivalente a una precipitación de 73 mm (Figura 41). Este umbral representa un evento de lluvia importante para el sitio de estudio cuyo promedio regular es precisamente 50 mm (Estación El Trapiche, 1979-2013, www.dga.cl).



Figura 41. Miniparcelas regadas.

Emergencia y sobrevivencia de plántulas. Desde octubre 2017 hasta diciembre 2017 se monitoreó la emergencia de las semillas.

Resultados

Emergencia. Transcurrido 19 días (16 de octubre) de haber instalado los tratamientos y con ello de haber aplicado la simulación de precipitación (riego) de 29,3 mm, menos del 10% del total de semillas sembradas de *Myrcianthes coquimbensis* logró iniciar el proceso de germinación solo para los tratamientos sin cobertura vegetal (figura xxx). Producto de las altas temperaturas y la falta de precipitaciones del lugar las semillas se secaron, descartando la formación de la radícula (Figura 42).

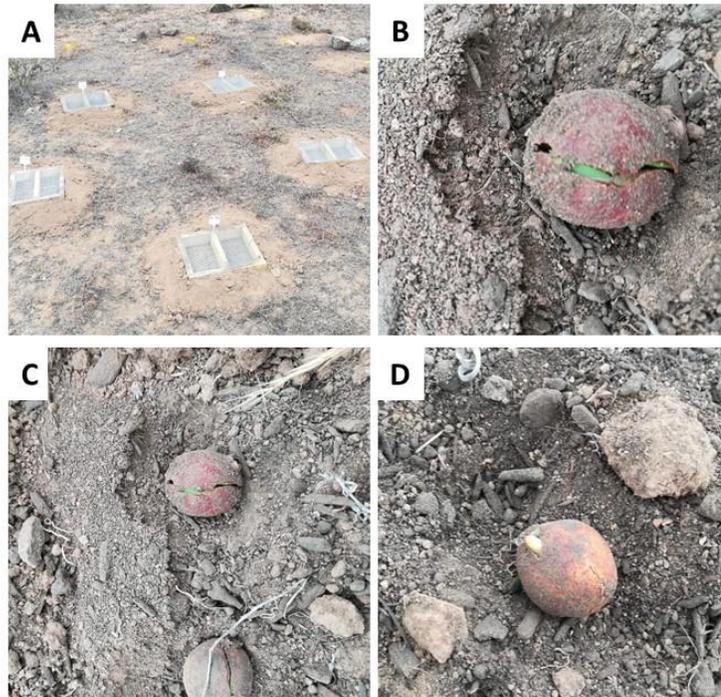


Figura 42. Semillas de *Myrcianthes coquimbensis* en proceso de germinación.

El total de las semillas de las especies *Cordia decandra* y *Carica Chilensis* no presentaron germinación posterior a los tratamientos de simulación de precipitación de 73mm (Figura 43).



Figura 43. Semillas de *Cordia decandra* sin cobertura vegetal en estado de latencia, sin germinar.

Para el total de las semillas establecidas bajo cobertura vegetal, estas fueron depredadas principalmente por *Phylotis darwini* (Figura 44).

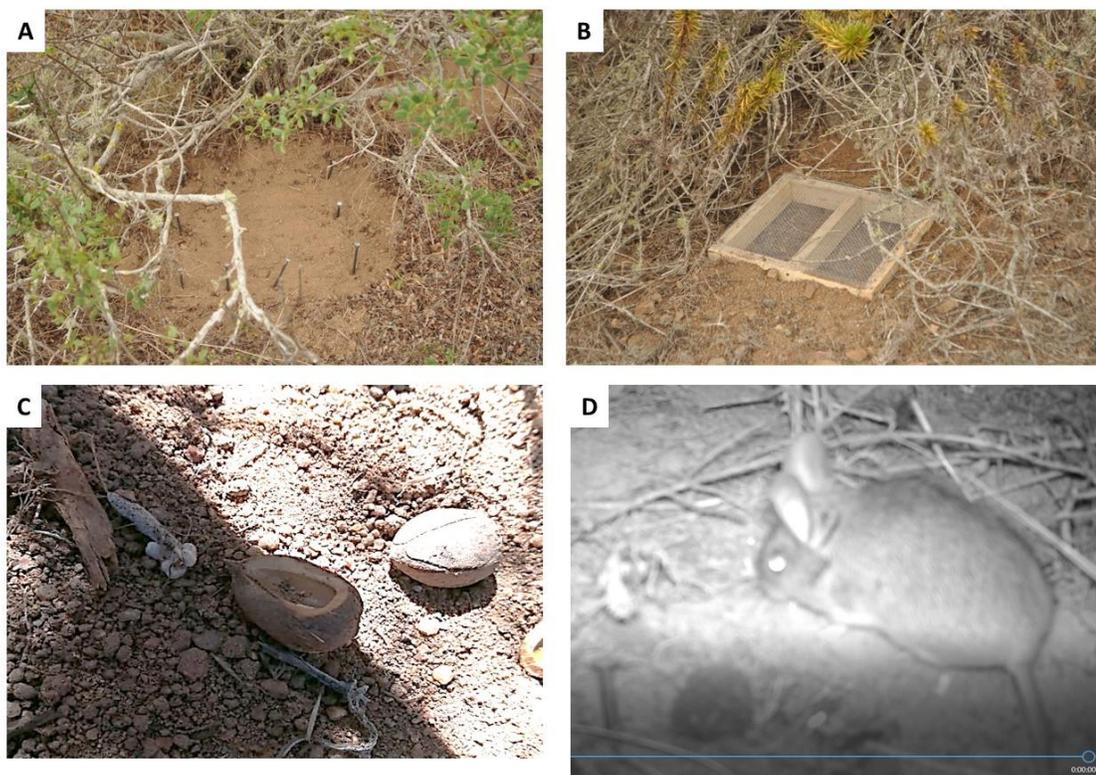


Figura 44. A) Semillas depredadas de *Carica chilensis* establecidas bajo cobertura vegetal sin protección. B) Semillas depredadas de *Carica chilensis* establecidas bajo cobertura vegetal con protección. C) Semillas de *Cordia decandra* depredadas. D) *Phylotis darwini* depredador de semillas.

5.2 Objetivo 2.

Los resultados de este objetivo se dividen en dos partes, la primera corresponde a las mediciones en vivero y crecimiento de las plantas, y como los tratamientos afectaron las variables de crecimiento de las plantas. Cabe destacar como se ha mencionado anteriormente que para el caso de *C. chilensis* no fue posible obtener plantas para realizar los tratamientos planteados en la metodología, sin embargo, todavía se está trabajando en afinar un protocolo de propagación para la especie.

La segunda parte corresponde al desempeño de las plantas por tratamiento al momento de establecerlas en terreno.

5.2.1 Viverización de plantas

Cordia decandra.

El incremento en altura de *C. decandra* llegó hasta 59 cm en algunos individuos, y el menor valor de incremento en altura llegó a 5 cm por planta.

Al evaluar estos resultados por tratamiento se observa que T9 presentó el mayor valor. Estadísticamente se observan tres grupos con diferencias significativas, donde las combinaciones de los tamaños de contenedor más grandes con dosis de fertilización con nitrógeno presentaron mejores resultados que aquellos de contenedores más pequeños. La única excepción la presenta T2 que corresponde a un contenedor pequeño, pero con presencia de nitrógeno en la dosis de fertilización.

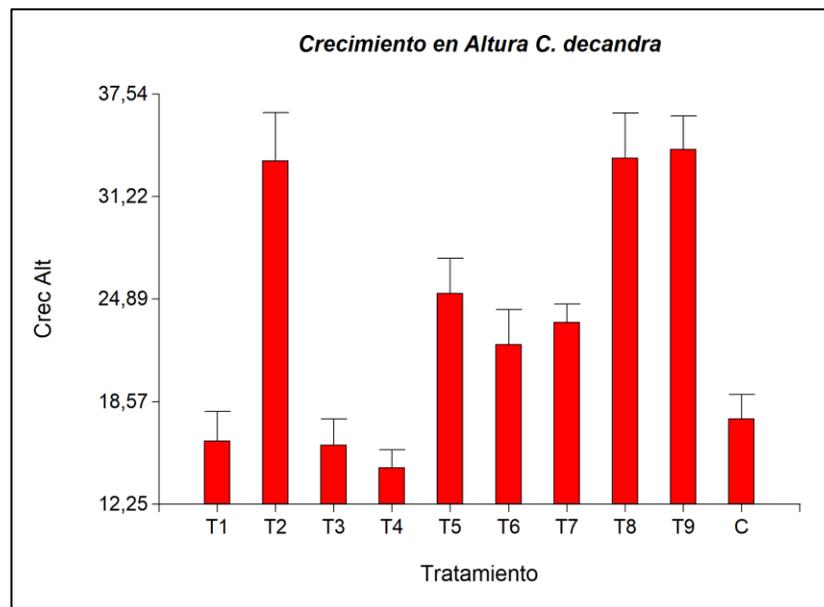


Figura 45. Gráfico del incremento en altura de plantas de *C. decandra* por tratamiento.

Los tratamientos T1 y T4 presentaron los menores incrementos, siendo estos tratamientos sin dosis de nitrógeno en su fertilización.

Tabla 24. Análisis de varianza del incremento en altura de *C. decandra*, por cada tratamiento.

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=8,98277				
<i>Error: 78,1506 gl: 185</i>				
Tratamiento	Mediasn	E.E.		
T9	34,11 18	2,08	A	
T8	33,58 19	2,03	A	
T2	33,42 19	2,03	A	
T5	25,25 20	1,98	A	B
T7	23,45 20	1,98		B C
T6	22,10 20	1,98		B C
C	17,50 20	1,98		B C
T1	16,16 19	2,03		C
T3	15,90 20	1,98		C
T4	14,50 20	1,98		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Al analizar el incremento por separado aquellas variables combinadas que forman parte de los tratamientos (tamaño de contenedor y dosis de fertilizante) se puede observar que el tamaño del contenedor es significativamente mayor que los otros tamaños. Y en relación a la dosis de fertilizante cada una de ellas es significativamente diferentes, siendo la dosis intermedia la que presenta mejores resultados.

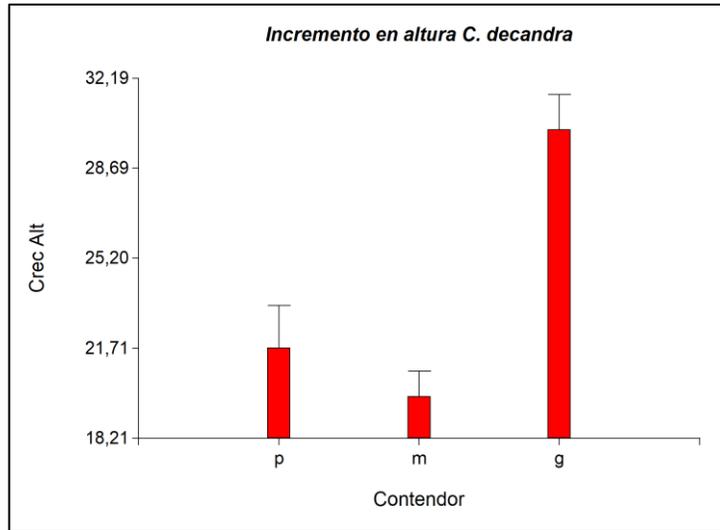


Figura 46. Gráfico del incremento en altura de plantas de *C. decandra* por tamaño de contenedor.

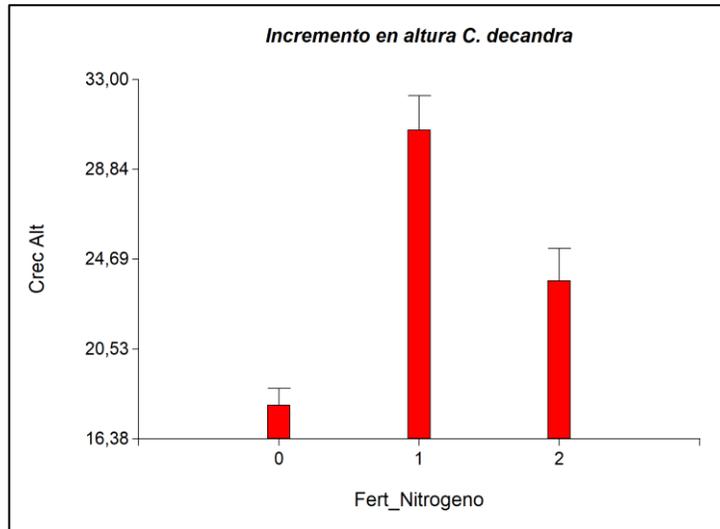


Figura 47. Gráfico del incremento en altura de plantas de *C. decandra* por dosis de fertilizante.

En el caso del incremento en diámetro los tratamientos sin dosis de nitrógeno en su fertilización, junto con el control negativo (sin fertilización) presentaron los mayores incrementos en DAC. Estos fueron T4 y T7, los cuales corresponden a los tamaños de contenedor medianos y grande. Sin

embargo, el T1, que corresponde a fertilización sin nitrógeno, pero en contenedor pequeño se ubicó en el otro grupo significativamente menor.

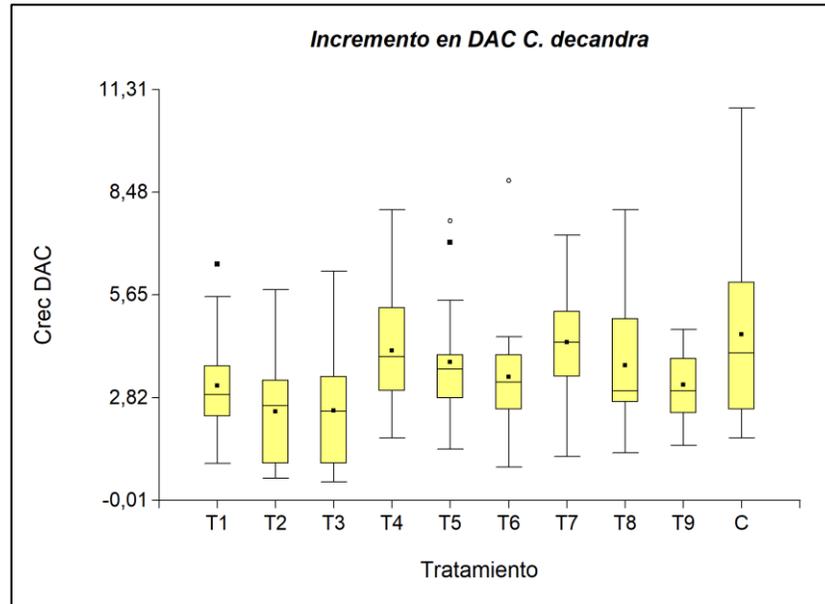


Figura 48. Gráfico del incremento en DAC de plantas de *C. decandra* por tratamiento.

En el caso del tamaño de contenedor, los más pequeños no favorecen el incremento en DAC, y en el caso de la dosis de nitrógeno aquellas que no fueron incorporadas presentan mejores incrementos. La significancia de estos valores se observa en los análisis de varianza realizados.

Tabla 25. Análisis de varianza del incremento en DAC de *C. decandra*, por tamaño de contenedor y dosis de fertilizante.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Crec DAC	195	0,11	0,10	46,38
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,68087				
Error: 2,6693 gl: 192				
Contenedor	Mediasn	E.E.		
m	3,97 80	0,18	A	
g	3,76 57	0,22	A	
p	2,67 58	0,21	B	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)				
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,69323				
Error: 2,7755 gl: 192				
Fert Nitrogeno	Mediasn	E.E.		
0	4,05 79	0,19	A	
1	3,32 58	0,22	B	
2	3,00 58	0,22	B	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)				

En general los datos de fluorescencia como indicador de la actividad fotosintética o variable fisiológica no presentó mayores diferencias, solo la

dosis de fertilización intermedia presentó alguna significancia sobre esta variable.

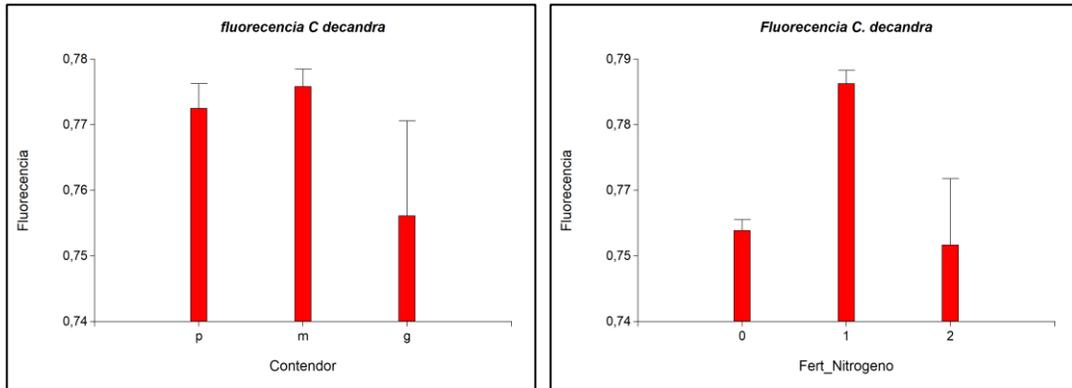


Figura 49. Gráfico de la fluorecencia en plantas de *C. decandra*.

Myrcianthes coquimbensis.

En el caso de Lucumillo los tratamientos no presentaron diferencias significativas en el incremento en altura de las plantas producidas en vivero.

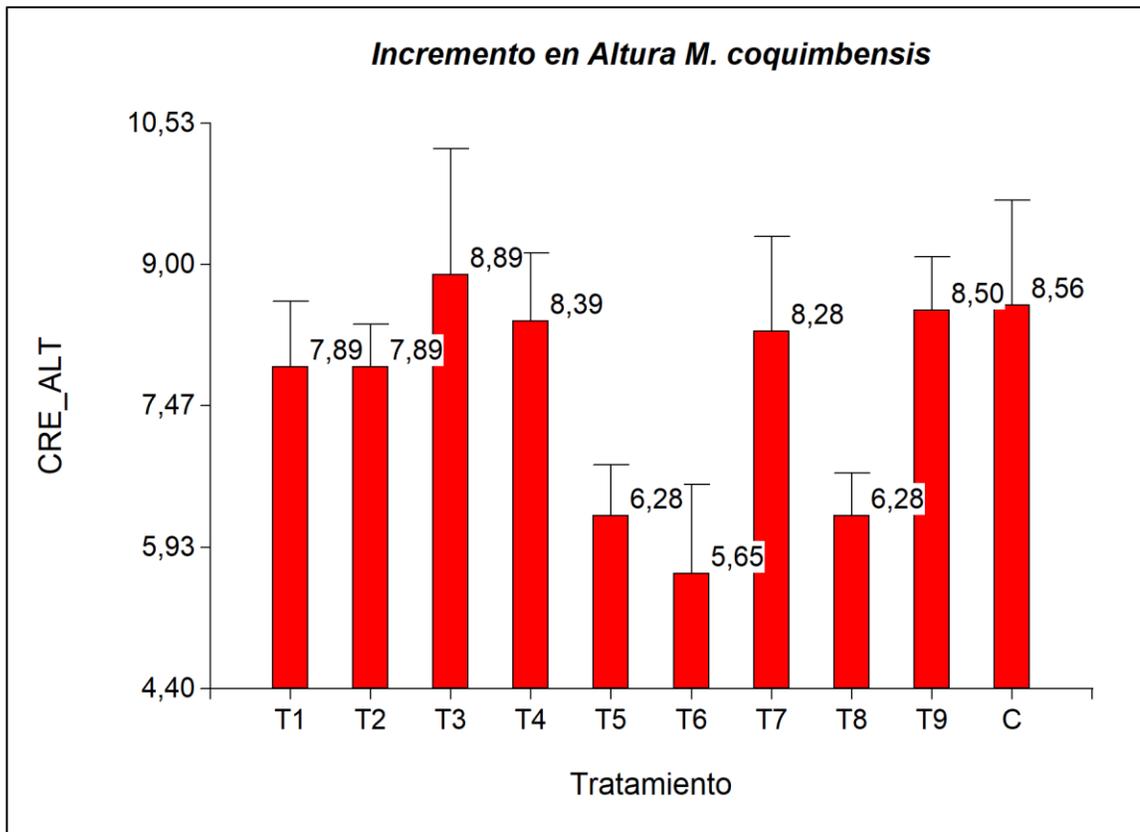


Figura 50. Gráfico del incremento en altura para *M. Coquimbensis* por tratamiento.

Si analizamos los tratamientos por separado se puede observar que la dosis de nitrógeno en el fertilizante no mejora según el grupo control, aunque estas diferencias no son significativas.

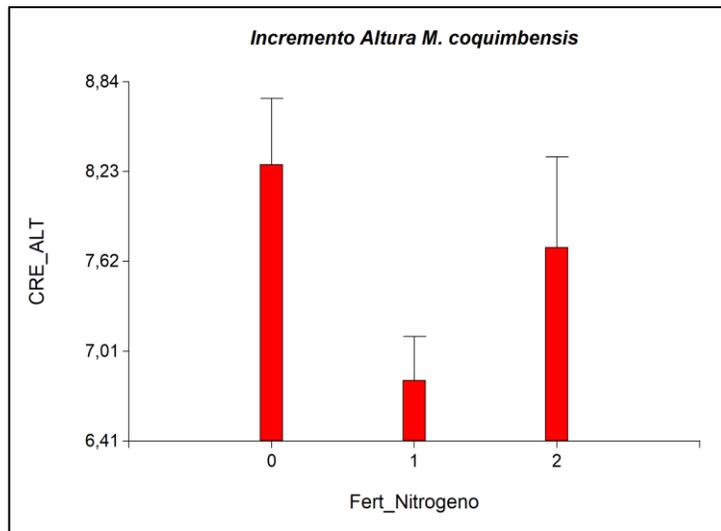


Figura 51. Gráfico del incremento en altura para *M. Coquimbensis* por dosis de fertilizante.

Lo mismo ocurre con el tamaño del contenedor, el mayor incremento en altura se observó en los contenedores pequeños, luego los grandes y finalmente los medianos. Pero estas diferencias tampoco fueron encontradas significativas estadísticamente.

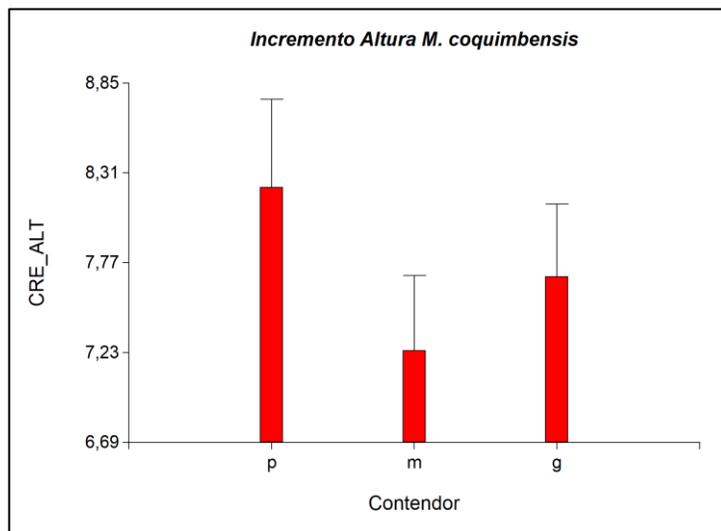


Figura 52. Gráfico del incremento en altura para *M. Coquimbensis* por tamaño de contenedor.

Para el caso del incremento en DAC tampoco se encontraron diferencias significativas para el tamaño de contenedor, siendo mayores para los contenedores grandes.

Tabla 26. Estadísticos descriptivos de los incrementos de DAC en *M. Coquimbensis* por contendor.

<u>Tamaño</u>	<u>Variable</u>	<u>n</u>	<u>Media</u>	<u>D.E.</u>	<u>Var(n)</u>	<u>E.E.</u>	<u>Mín</u>	<u>Máx</u>
g	CRE_DAC	54	2,38	1,33	1,72	0,18	0,40	7,30
m	CRE_DAC	71	2,05	1,13	1,26	0,13	0,30	5,50
p	<u>CRE_DAC</u>	<u>54</u>	<u>2,31</u>	<u>1,38</u>	<u>1,87</u>	<u>0,19</u>	<u>0,10</u>	<u>6,40</u>

En el caso de la dosis de nitrógeno, tampoco se observaron diferencias significativas, siendo mayores para las dosis intermedias.

Tabla 27. Estadísticos descriptivos de los incrementos de DAC en *M. Coquimbensis* por dosis fertilizante.

<u>Dosis</u>	<u>Variable</u>	<u>n</u>	<u>Media</u>	<u>D.E.</u>	<u>Var(n)</u>	<u>E.E.</u>	<u>Mín</u>	<u>Máx</u>
0	CRE_DAC	72	2,22	1,20	1,42	0,14	0,30	7,30
1	CRE_DAC	54	2,50	1,39	1,91	0,19	0,50	6,40
<u>2</u>	<u>CRE_DAC</u>	<u>53</u>	<u>1,96</u>	<u>1,20</u>	<u>1,41</u>	<u>0,16</u>	<u>0,10</u>	<u>5,20</u>

Al comparar la combinación de ambos factores si se puede observar una diferencia en al menos los T7 y T8, que son superiores al resto, y en el caso de control 0 (C) fue le significativamente menor.

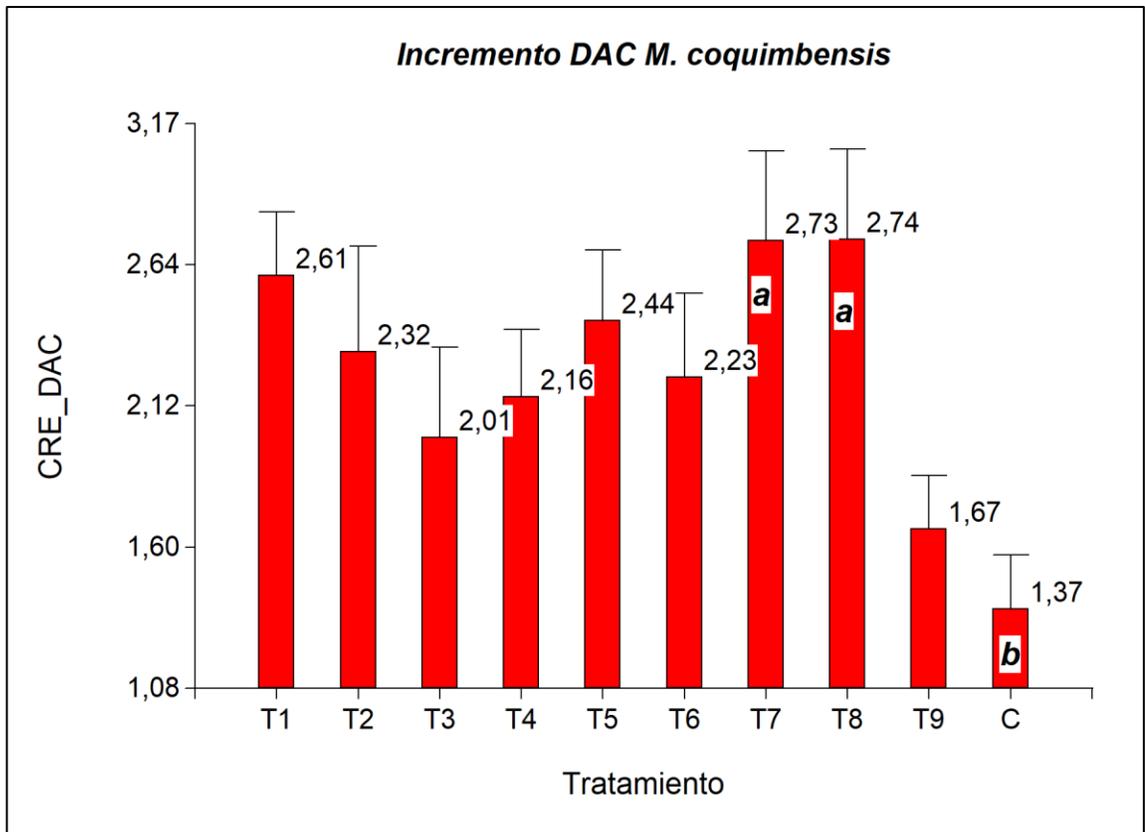


Figura 53. Gráfico del incremento en altura para *M. coquimbensis* por tratamiento.

En el caso de fluorescencia tampoco presento diferencias entre los tratamientos.

En relación al crecimiento de biomasa por especie, se evaluó el peso seco de raíz y tallo como elementos que describen la cantidad de biomasa producida por tratamiento. También se analizó la relación tallo/raíz para determinar el tamaño de las plantas.

Para el caso de *M. coquimbensis* se observa que los T6 y T5 presentaron los mayores valores de biomasa radicular, y los menores fueron C y T9, sin embargo, estas diferencias no fueron significativas. Lo mismo se observa para la biomasa aérea representada por lo tallos. Aunque se observa que algunos tratamientos presentaron mejores crecimientos, estos no se reflejan en el análisis estadístico realizado. Esto se puede deber al número de muestras utilizadas, ya que no se disponían de muchas plantas para hacer el muestreo destructivo que este tipo de análisis requiere.

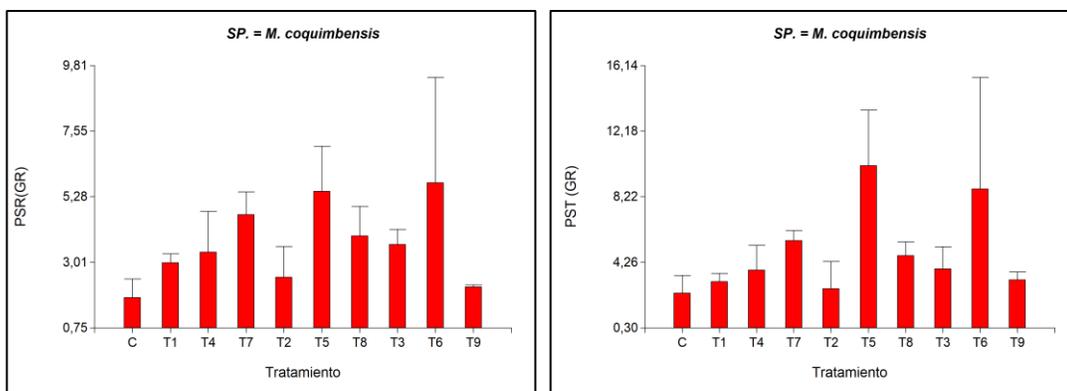


Figura 54. Gráfico del peso seco de tallo y raíz en *M. coquimbensis* por tratamiento.

En relación al tamaño de contenedor este tampoco presentó diferencias significativas, pero el contenedor mediano presentó la media mayor.

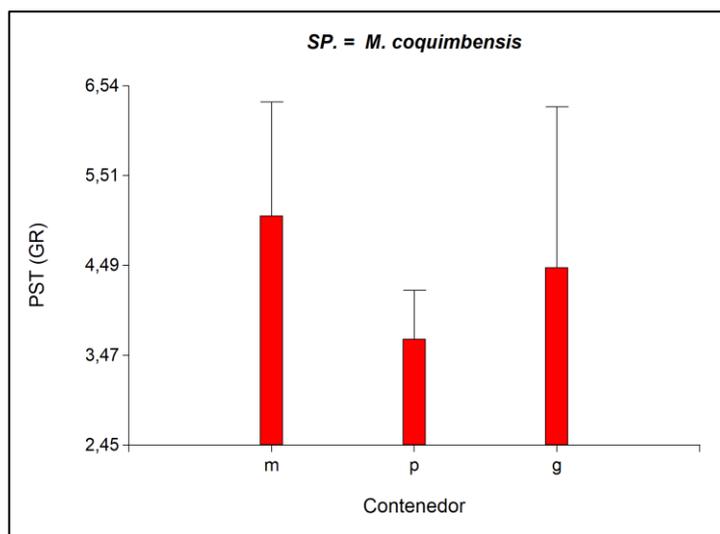


Figura 55. Gráfico del peso seco de raíz en *M. coquimbensis* por tamaño de contenedor.

En el caso de la relación tallo/raíz (T/R) no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos.

Para *Cordia decandra*, los resultados fueron similares, sin encontrar diferencias significativas entre los tratamientos para ninguna de las variables analizadas. Solo en el caso del peso seco de raíz se observa que los tratamientos de mayor tamaño de contenedor presentaron un mejor crecimiento y esta diferencia es significativa.

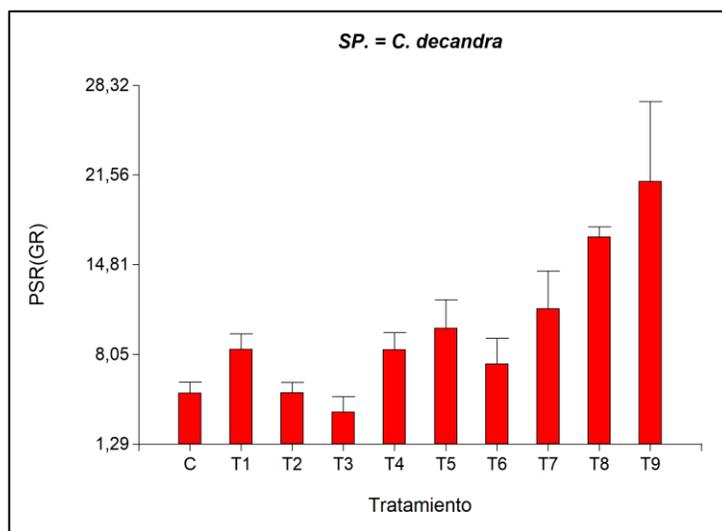


Figura 56. Gráfico del peso seco de raíz en *C. decandra* por tratamiento.

Del análisis de varianza realizado por los componentes de los tratamientos por separado se corrobora que es el tamaño de contenedor el que permite mejorar esta variable de crecimiento.

Tabla 28. Análisis de varianza del peso seco de raíz de *C. decandra*, por tamaño de contenedor.

Análisis de la varianza						
SP.	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
C.D.	PSR(GR)	36	0,42	0,39	53,34	
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=4,83733						
Error: 23,0187 gl: 33						
Contenedor	Mediasn		E.E.			
g	14,87	11	1,45			A
m	7,01	14	1,28			B
p	5,65	11	1,45			B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)						

5.2.2 Establecimiento de plantas

En cuanto al establecimiento de plantas, en los ensayos establecidos se evaluó el crecimiento en DAC y altura de la planta, junto con la supervivencia. Estos datos se analizaron según el tipo de tratamiento utilizado para la producción de la planta en vivero.

La primera variable considerada fue la supervivencia, en el caso de *C. decandra*, solo el 53% de las plantas han sobrevivido después de una temporada de establecidas. El tratamiento que presentó mayor mortalidad

fue el T8, seguida por T4 y T1, los tratamientos que mostraron mejores niveles de supervivencia fueron T7 y T2.

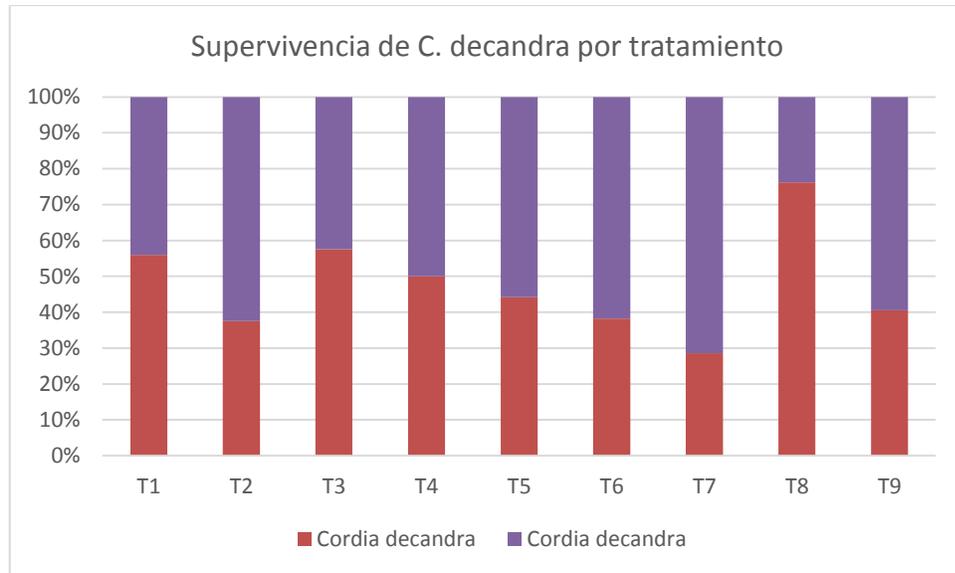


Figura 57. Supervivencia de *C. decandra* en terreno por tratamiento.

En el caso de *M. coquimbensis* la supervivencia fue superior al 90%, donde el T3 se observó el mayor n° de plantas muertas.

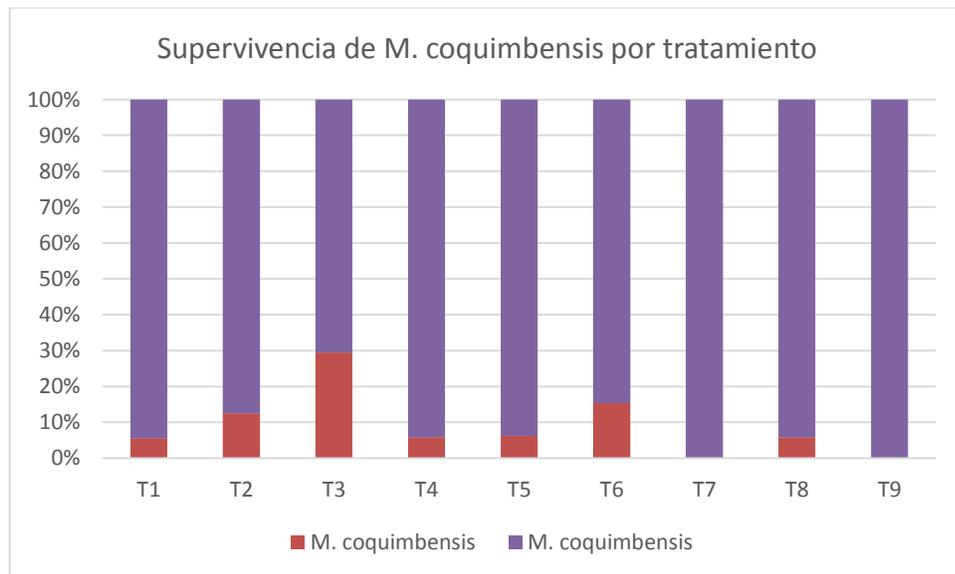


Figura 58. Supervivencia de *M. coquimbensis* en terreno por tratamiento.

En el caso de los incrementos en DAC, se observó una diferencia significativa entre los tratamientos T2 y T3, para *C. decandra*.

Análisis de la varianza					
Especie	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
<i>C. decandra</i>	Inc DAC	279	0,05	0,03	245,2
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,49598					
Error: 0,3763 gl: 270					
Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T2	0,59	24	0,13	A	
T7	0,38	28	0,12	A	B
T1	0,33	25	0,12	A	B
T5	0,26	43	0,09	A	B
T9	0,26	37	0,1	A	B
T4	0,18	34	0,11	A	B
T6	0,18	34	0,11	A	B
T8	0,12	21	0,13	A	B
T3	0,03	33	0,11		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)					

Para el caso de *M. coquimbensis*, no se observaron diferencias significativas.

Especie	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
<i>M. coquimbensis</i>	Inc DAC	146	0,05	0	134,31
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,50719					
Error: 0,2141 gl: 137					
Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T9	0,51	17	0,11	A	
T8	0,45	17	0,11	A	
T5	0,44	16	0,12	A	
T3	0,35	17	0,11	A	
T4	0,35	17	0,11	A	
T2	0,31	16	0,12	A	
T7	0,26	15	0,12	A	
T1	0,22	18	0,11	A	
T6	0,18	13	0,13	A	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)					

Para el caso del incremento en altura, este no presento diferencias para ninguna de las especies en estudio

Carica Chilensis

Desde enero hasta septiembre del 2019 se visitaron y prospectaron 15 poblaciones de la especie en estudio, distribuidas entre las regiones de Coquimbo y Atacama (Figura 59).

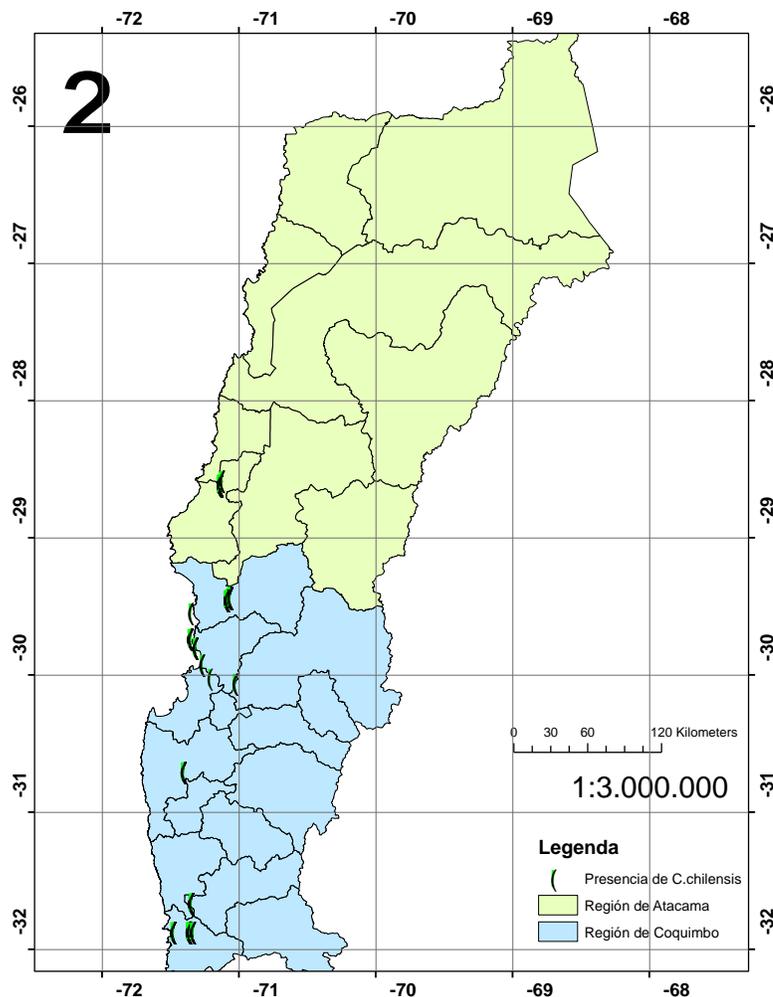


Figura 59. Poblaciones muestreadas de *C. chilensis* en las regiones de Coquimbo y Atacama.

Los frutos *C. chilensis* fueron recolectadas y transportadas en bolsas de género al laboratorio del Instituto Forestal sede Diaguita – La Serena. Los frutos fueron lavados y limpiado de forma manual mediante una lupa estereoscópica, con el fin de descartar las semillas predadas. Los frutos recolectados en los puntos muestreados fueron agrupados con el objetivo de cumplir con el número mínimo necesario de semillas para el establecimiento del ensayo de germinación planteado (Figura 60).



Figura 60. A) Frutos. B) Semillas de *C. chilensis* limpias.

La concentración de ácido giberelico asociado al tiempo de inmersión y el corte en la semilla presentaron un efecto en la variable germinación total (%) (Tabla 29).

Tabla 29. Tratamientos germinativos utilizados.

Tratamiento	Temperatura	GA3 (ppm)	Tiempo (h)	Tratamiento	Germinación (%)
1	15	control	0	sin corte	0
2	15	control	0	con corte	0
3	15	agua	12	sin corte	0
4	15	agua	12	con corte	20
5	15	agua	24	sin corte	0
6	15	agua	24	con corte	30
7	15	agua	48	sin corte	0
8	15	agua	48	con corte	0
9	15	250	12	sin corte	0
10	15	250	12	con corte	0
11	15	250	24	sin corte	0
12	15	250	24	con corte	0
13	15	250	48	sin corte	0
14	15	250	48	con corte	30
15	15	500	12	sin corte	0
16	15	500	12	con corte	0
17	15	500	24	sin corte	0
18	15	500	24	con corte	40
19	15	500	48	sin corte	50
20	15	500	48	con corte	0
21	20	control	0	sin corte	0
22	20	control	0	con corte	10
23	20	agua	12	sin corte	10
24	20	agua	12	con corte	0
25	20	agua	24	sin corte	0
26	20	agua	24	con corte	10
27	20	agua	48	sin corte	0
28	20	agua	48	con corte	0
29	20	250	12	sin corte	0
30	20	250	12	con corte	20
31	20	250	24	sin corte	0
32	20	250	24	con corte	30
33	20	250	48	sin corte	10
34	20	250	48	con corte	10
35	20	500	12	sin corte	0
36	20	500	12	con corte	70
37	20	500	24	sin corte	30
38	20	500	24	con corte	0
39	20	500	48	sin corte	60
40	20	500	48	con corte	0

Durante el periodo de evaluación del experimento (32 días), la semilla tratada con corte en la parte de la cubierta de la semilla asociado a la adición de ácido geberelico provocó un aumento en la germinación (%), variando en promedio desde 0% con los tratamientos control (sin hormona y sin corte) hasta un 70% semillas germinadas en una temperatura de 20°C de incubación y adición 500 ppm de ácido geberelico durante un periodo de 12 hr. Además, se observó una alta relación entre la concentración y el tiempo de exposición en el ácido giberélico en la germinación (tabla 30).

Tabla 30. Resumen de tratamientos que presentaron un efecto en la germinación.

Tratamiento: Temperatura	GA3 (ppm)	Tiempo (h)	Tratamiento	Germinación (%)	
4	15	12	con corte	20	
6	15	24	con corte	30	
14	15	48	con corte	30	
18	15	24	con corte	40	
19	15	500	48	sin corte	50
22	20	control	0	con corte	10
23	20	agua	12	sin corte	10
26	20	agua	24	con corte	10
30	20	250	12	con corte	20
32	20	250	24	con corte	30
33	20	250	48	sin corte	10
34	20	250	48	con corte	10
36	20	500	12	con corte	70
37	20	500	24	sin corte	30
39	20	500	48	sin corte	60

Para *C.chilensis* el proceso de germinación se inicia a los 5 días de ser sembradas las semillas con la rotura de la cubierta seminal y el aumento en volumen del endosperma (tiempo 5), a los 12 días se evidencia la radícula con una longitud de 5 mm, a los 25 días existe la formación de las primeras raicillas secundarias (Figura 61).



Figura 61. Representación esquemática de la germinación y formación radicular.

El tiempo entre el proceso de formación de la radícula (figura c) hasta los primeros cotiledones es de aproximadamente de 40 días (figura d). Posterior a ello, el desarrollo de la planta es rápido, la cual requiere altos contenidos de humedad (figura e). El tiempo en propagar plantas de *C.chilensis* es de aproximadamente 8 meses (figura 62- g).

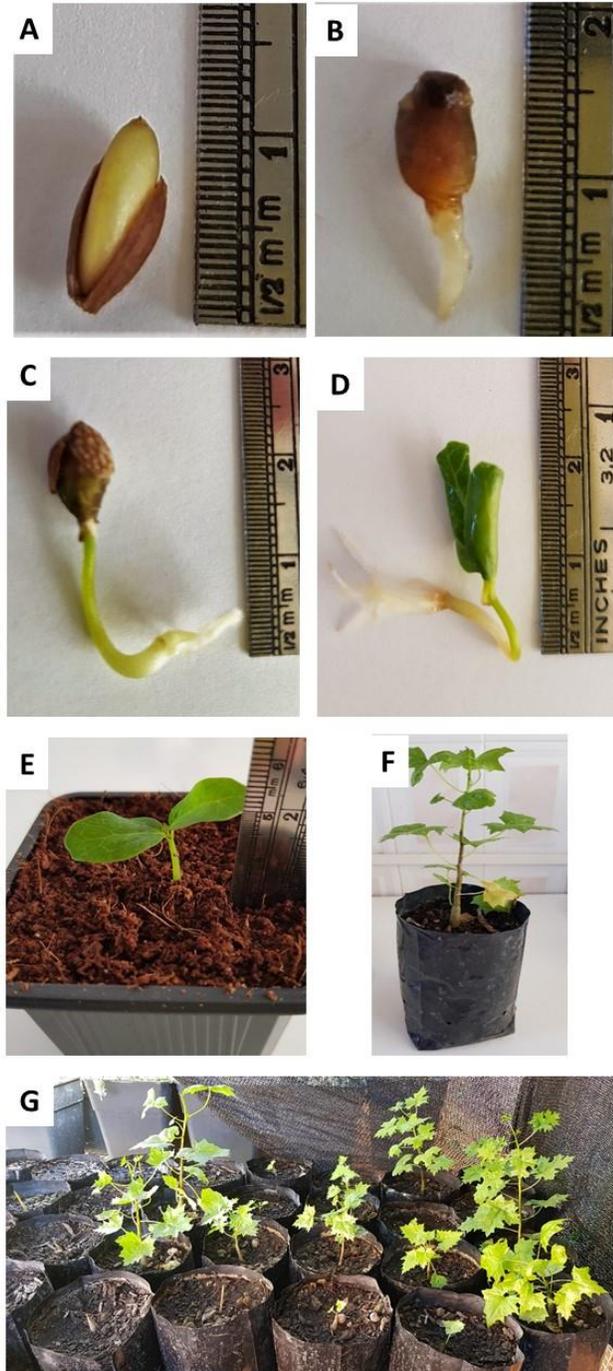


Figura 62. Propagación de *C.chilensis*. A) Semilla pre-tratada con corte. B- C) Emergencia radicular. D) Formación de cotiledones. E) Planta creciendo. F) Planta creciendo. G) Planta creciendo.

en medio de turba. F-G) Planta de 6 meses de edad en etapa de crecimiento.

5.3 Objetivo 3.

En rigor las faenas evaluadas corresponden a dos tipos podas (apical y vástagos), efectuadas por cuadrillas unitarias compuestas por dos operarios (un podador jefe de cuadrilla y un ayudante) dotados de serrucho de poda, tijerón de poda e implementos de seguridad.

Los costos de operación usados como referencias y estándares para la determinación se resumen en el Tabla 31. Se debe señalar que yodos los costos determinados corresponden a Costos Variables incurridos durante la ejecución del proyecto. Referente a los Costos Fijos, no se incurrieron en las actividades pertenecientes a este Ítem.

Tabla 31. VALORES DE REFERENCIA PARA DETERMINACIÓN DE COSTOS DE OPERACIÓN EN TECNICAS DE PODAS APICAL Y DE VASTAGOS PARA LAS ESPECIES EN ESTUDIO

PARTIDA	UNIDAD	VALOR \$
Cuadrilla Operación		
Operario 1	\$/Jorn	20.000
Operario 2	\$/Jorn	20.000
Costo cuadrilla liquido	\$/Jorn	36.000
Costo cuadrilla bruto	\$/Jorn	40.000
Serrucho de poda		
Valor	\$/unidad	36.000
Vida útil	horas	400
Amortización	\$/h	90
Tiempo de trabajo efectivo	h/Jorn	3
Tijerón de poda		
Valor	\$/unidad	49.270
Vida útil	horas	600
Amortización	\$/h	82,2
Tiempo de trabajo efectivo	h/Jorn	6
Traslados		
Combustible		
Uso Camioneta	\$/jorn	75.000
Sector Lucumillo	\$/jorn	6.000

Sector Papayo	\$/jorn	5.000
Sector Carbonillo	\$/jorn	5.000

RENDIMIENTOS

Los rendimientos observados en las faenas de podas apical y de vástagos se indican en los cuadros siguientes:

Tabla 32. RENDIMIENTO FAENA DE PODA APICAL EN CARBONILLO

Tratamiento CARBONILLO	Descripción	N° de árboles con poda apical		
		N°/ha	N°/parc	N°/ensayo
T1	PODA APICAL	25		20
T2	PODA DE VASTAGOS	0	0	0
T3	SIN PODA	0	0	0
Total de árboles con poda apical (N°)				20
Rendimiento medio poda apical (N° árb/Jornada)				40

Tabla 33. RENDIMIENTO FAENA DE PODA APICAL EN LUCUMILLO

Tratamiento LUCUMILLO	Descripción	N° de árboles con poda apical		
		N°/ha	N°/parc	N°/ensayo
T1	PODA APICAL	16		20
T2	PODA DE VASTAGOS	0	0	0
T3	SIN PODA	0	0	0
Total de árboles con poda apical (N°)				20
Rendimiento medio poda apical (N° árb/Jornada)				40

Tabla 34. RENDIMIENTO FAENA DE PODA APICAL EN PAPAYO SILVESTRE

Tratamiento	Descripción	N° de árboles con poda apical
-------------	-------------	-------------------------------

Tabla 35.

PAPAYO SILVESTRE		N°/ha	N°/parc	N°/ensayo
T1	PODA APICAL	12		18
T2	PODA DE VASTAGOS	0	0	0
T3	SIN PODA	0	0	0
Total de árboles con poda apical (N°)				18
Rendimiento medio poda apical (N° árb/Jornada)				36

RENDIMIENTO FAENA DE PODA VASTAGOS EN CARBONILLO

Tratamiento CARBONILLO	Descripción	N° de árboles con poda vástagos		
		N°/ha	N°/parc	N°/ensayo
T1	PODA APICAL	0	0	0
T2	PODA DE VASTAGOS	25		20
T3	SIN PODA	0	0	0
Total de árboles con poda vástagos (N°)				20
Rendimiento medio poda vástagos (N° árb/Jornada)				40

Tabla 36. RENDIMIENTO FAENA DE PODA VASTAGOS EN LUCUMILLO

Tratamiento LUCUMILLO	Descripción	N° de árboles con poda vástagos		
		N°/ha	N°/parc	N°/ensayo
T1	PODA APICAL	0	0	0
T2	PODA DE VASTAGOS	16		18
T3	SIN PODA	0	0	0
Total de árboles con poda vástagos (N°)				18
Rendimiento medio poda vástagos (N° árb/Jornada)				36

Tabla 37. RENDIMIENTO FAENA DE PODA VASTAGOS EN PAPAYO SILVESTRE

Tratamiento	Descripción	N° de árboles con poda vástagos
--------------------	--------------------	--

		N°/ha	N°/parc	N°/ensayo
T1	PODA APICAL	0	0	0
T2	PODA DE VASTAGOS	12		22
T3	SIN PODA	0	0	0
Total de árboles con poda vástagos (N°)				22
Rendimiento medio poda vástagos (N° árb/Jornada)				44

Los costos por faenas y unitarios obtenidos a partir de las referencias y rendimientos de las secciones previas, se resumen en los cuadros siguientes.

Tabla 38. COSTOS UNITARIOS DE FAENAS DE PODA APICAL Y PODA DE VASTAGOS EN ESPECIES QUE CONFORMAN LAS FORMACIONES XEROFITICAS

Faena	Unidad	Valor
PODA APICAL		
Costos	\$/Jorn	40.000
Rendimiento	N° árb/Jorn	40
Herramientas	Gl	85.270
Traslados**	Gl	80.333
Costo unitario	\$/árb	
Poda apical CARBONILLO 25 árb/ha	\$/ha	8.224
Poda apical LUCUMILLO 16 árb/ha	\$/ha	12.850
Poda apical PAPAYO SILVESTRE 12 árb/ha	\$/ha	17.133
PODA VÁSTAGOS		
Costos	\$/Jornada	40.000
Rendimiento	N° árb/Jorn	20
Herramientas	Gl	85.270
Traslados**	Gl	80.333
Costo unitario	\$/árb	
Poda vástagos CARBONILLO 25 árb/ha	\$/ha	8.224
Poda vástagos LUCUMILLO 16 árb/ha	\$/ha	12.850
Poda vástagos PAPAYO SILVESTRE 12 árb/ha	\$/ha	17.133

COMPARACION CON TABLA DE COSTOS CONAF

Las faenas de podas de las formaciones xerofíticas para mejorar restituir el potencial biológico y la capacidad regenerativa de *M. coquimbensis*, *C. decandra* y *C. chilensis* en la región de Coquimbo pueden asimilarse a algunas actividades bonificables contempladas en las tablas de bonificación asociadas a la Ley N° 20.283 sobre recuperación de bosque nativo y fomento forestal. Particularmente, las faenas evaluadas pueden ser equivalentes a las intervenciones de poda de latizal con fines no madereros, contempladas en la tabla de valores máximos de bonificación del año 2017 (t).

Tabla 39. VALORES MÁXIMOS DE BONIFICACIÓN AÑO 2017

(EXTRACTO DE TABLA DE VALORES DE ACTIVIDADES DE LEY N° 20.283 PARA PRODUCCIÓN NO MADERERA EN REGIONES XV, I, II, III, IV, XI Y XII) ley indica aplicable desde Coquimbo a Los Lagos con excepción Palena

TIPO FORESTAL	INTERVENCIÓN	UTM/HA
Esclerófilo	Poda de latizal con fines no madereros	1,43

De acuerdo al valor de la UTM al mes de diciembre de 2018 (\$ 48.353), los topes bonificables para las faenas de poda equivalen a 69.145 \$/ha. Considerando los costos unitarios de efectuar estas faenas, en la tabla 35 se indica la cantidad de árboles que se puede intervenir con esos montos.

Tabla 40. CANTIDAD DE ÁRBOLES A INTERVENIR DE ACUERDO A COSTO UNITARIO DE FAENAS Y MONTOS MÁXIMOS DE BONIFICACIÓN POR HECTÁREA

FAENA	COSTO UNITARIO (\$/árb)	TOPE BONIFICACIÓN		INTERVENCIÓN (N° árb/ha)
		(UTM/ha)	(\$/ha)	
Poda apical	1.239	1,43	69.145	18
Poda vástagos	1.239			18

Los detalles de este resultado se encuentran en el anexo 3.

6. Discusión de resultados

Objetivo 1.

Tratamientos silvícolas.

En general es viable ejecutar actividades de manejo en las tres especies seleccionadas, todas ellas respondieron de alguna manera a los tratamientos ejecutados.

No se observó que las plantas seleccionadas presentaran problemas sanitarios post-manejo, lo cual significó que no tuvimos ninguna mortalidad de las plantas manejadas. Todas ellas respondieron generando nuevas ramas o brotes más vigorosos.

En el caso de *C. decandra*, esta fue la especie que presentó mejor disposición a responder a los manejos aplicados. Ambos tratamientos fueron significativamente mejores que el control, siendo mayor la poda apical. En el caso de la producción de brotes nuevos, nuevamente los tratamientos aumentaron el N° de brotes presentes en las ramas estudiadas. Esto fue más marcado en el sector de Las Cardas que en Quitallaco.

En cuanto al N° de flores la poda apical presentó mayor N° de flores, sin embargo, esta diferencia no fue significativa. Para la poda de vástago esta presentó el menor N° de flores por rama. En el caso de Quitallaco fue el tratamiento control el cual presentó menor N° de flores.

En cuanto a la fructificación, esta no presentó diferencias significativas entre los tratamientos. Sin embargo, fue la poda apical la que mostró mejores resultados.

Cabe señalar que el N° de flores es mayor que el N° de frutos encontrados por rama, esto se puede deber a que no existe suficiente nutrientes y humedad en el suelo para fomentar la producción de frutos, otra razón pueden ser las cabras o pájaros que consumen los frutos y no son alcanzados a ser contabilizados.

En el caso de *M. coquimbensis*, para ninguna de las variables se observaron diferencias significativas, sin embargo, los manejos aplicados aumentaron el crecimiento de las ramas monitoreadas. De los manejos fue la poda de vástagos la que mostró mejores resultados.

En cuanto a la brotación y floración, fue la poda apical la que obtuvo valores un poco mayores que los otros tratamientos, sin embargo, para el caso de la fructificación fue del tratamiento control, donde se obtuvieron mayor N° de frutos. Esto puede deberse a que el lucumillo no responde inmediatamente a la producción de frutos, sino que, dispone sus energías a crecer post disturbio (manejo).

Para *C. chilensis*, los tratamientos mostraron un mayor crecimiento que el control, aunque no fue significativo. En el sector de Yerba buena fue la poda de vástagos la que mostró mejores resultados, y en el sector de Pta. Teatinos fue la poda apical.

En cuanto al N° de brotes, los tratamientos también presentaron mejores resultados que el control, siendo la poda apical la que presentó valores mayores al resto, sin ser estos significativos.

La floración fue mejor la poda de vástagos que los otros tratamientos, pero el control presentó los valores más bajos. Solo en el sector de Arrayan costero fue la poda apical la que presentó un N° de flores mayor que el resto.

En cuanto a la fructificación los sectores de Yerba Buena y Pta. Teatinos presentaron mayores resultados que Arrayan Costero, para cada uno de los tratamientos, y en términos generales fue la poda de vástagos la que mostró mayor N° de frutos por rama.

En general se puede decir que los tratamientos mejoran el crecimiento de las especies en estudio, no así la producción de flores y frutos. Esto puede deberse a que las especies no han terminado de responder a los manejos y todavía se encuentran reponiéndose del esfuerzo que significó cicatrizar las heridas. También se puede suponer que la producción de frutos responde más a variables climáticas, principalmente las precipitaciones que, al vigor de las ramas, ya que el N° de flores encontradas en cada una de las especies siempre fue menor que el N° de frutos encontrados. También puede haber un factor de animales que se alimentan de estos frutos.

Siembra directa

Los estados posteriores a la germinación de las semillas de *Myrcianthes coquimbensis* establecidas en terreno a partir de la siembra mostraron una respuesta en la emergencia en los tratamientos sin cobertura vegetal y con simulación de precipitación independiente del medio de crecimiento. Menos del 5% de las semillas sembradas presentaron una señal en la formación de radícula posteriormente a los riegos aplicados. Para el caso de las especies *Cordia decandra* y *C. chilensis* no presentaron señal de proceso de emergencia.

Aunque el umbral de agua utilizado representó un nivel alto en precipitaciones del lugar, probablemente resulta insuficiente para favorecer la emergencia de las semillas de las especies en estudio, así mismo probablemente las condiciones climáticas de temperatura y humedad no fueron favorables para su desarrollo.

Un factor importante que afectó en el desarrollo del ensayo fue la depredación de las semillas en el total de los tratamientos establecidos bajo una cobertura vegetal (objeto nodriza) el cual podría haber contribuido a la respuesta de la germinación independiente de la especie. La

depredación solo ocurrió en lugares que las semillas fueron establecidas bajo cobertura vegetal.

La depredación de semillas acontece producto que las semillas son ricas en nutrientes, lo que aumenta la presión sobre su consumo, conduciendo a la erradicación o eliminación total de estas perjudicando la capacidad de la especie para regenerar, desempeñando un papel clave en la dinámica de poblaciones (Hulme, 1998; Fenner y Thompson, 2005). Actualmente, no existen antecedentes para construir modelos predictivos precisos de depredación de las semillas de las especies xerófitas después que acontece la dispersión y su impacto en la regeneración natural. Sin embargo, es crucial la comprensión de este factor para evaluar el impacto de la depredación en la regeneración natural de la especie.

Objetivo 2.

En relación a la producción de plantas en vivero y los tratamientos de fertilización y tamaño de contendor, se puede mencionar que manejar estas variables favorece tener plantas de mejor calidad, al menos, en relación a su tamaño.

Para *C. decandra*, los crecimientos en altura de las plantas fueron mayores para los contenedores de mayor tamaño y, por otro lado, las dosis intermedias de fertilización con nitrógeno presentaron valores mayores. En cuanto a la combinación de ambos factores fue el T9, de contendor grande y la mayor dosis de nitrógeno en la fertilización la que presentó el mayor crecimiento.

En el caso del incremento en DAC fue estadísticamente similar para todos los tratamientos, destacándose los tratamientos 4 y 7, que corresponden a tamaños medianos y grandes, pero sin dosis de fertilización. Al analizar por separado los contenedores mayores presentan mayor DAC, y la fertilización sin nitrógeno presentó los mayores DAC.

En el caso de *M. coquimbensis*, no presentaron diferencias entre los tratamientos, siendo los mayores los T3, T8 y T9. Al analizar por dosis de fertilización los que no presentaron nitrógeno mostraron mayores crecimientos, lo mismo que para los contenedores pequeños.

En el caso del crecimiento de DAC, el tratamiento Control fue el menor de todos, y los tratamientos T7 y T8 fueron significativamente mayores que el control.

Para las variables de biomasa, se observa que *M. coquimbensis* los tratamientos T6 y T5 presentaron los mayores valores de biomasa radicular, y los menores fueron C y T9, sin embargo, estas diferencias no fueron significativas. Lo mismo se observa para la biomasa aérea representada por los tallos. Aunque se observa que algunos tratamientos presentaron mejores crecimientos, estos no se reflejan en el análisis estadístico realizado. Esto se puede deber al número de muestras utilizadas, ya que no se disponían de

muchas plantas para hacer el muestreo destructivo que este tipo de análisis requiere.

Para *Cordia decandra*, los resultados fueron similares, sin encontrar diferencias significativas entre los tratamientos para ninguna de las variables analizadas. Solo en el caso del peso seco de raíz se observa que los tratamientos de mayor tamaño de contenedor presentaron un mejor crecimiento y esta diferencia es significativa.

En el caso del establecimiento de plantas, los valores registrados no permiten determinar un grado de significancia entre los tratamientos, sin embargo, la supervivencia de *M. coquimbensis* fue cercana al 90%, después de una temporada, para *C. decandra*, esta llegó a un poco más del 50%. La mortalidad de *C. decandra*, puede deberse a un ataque inicial de ratones que perforaron las tazas de plantación y provocaron galerías en la zona radicular. Por otra parte esta especie presenta una condición de seca, sin hojas y brotes secos cuando está estresada, por lo cual es posible que la próxima primavera se observe un repunte de plantas vivas.

Para *C. chilensis*, la germinación de las semillas es afectada principalmente por los pre-tratamientos aplicados. No se observa claramente un efecto de la temperatura de incubación y el corte en la semilla en romper la dormancia y favorecer la germinación de la especie. Sin embargo, visualmente durante el desarrollo del ensayo se logró observar que el corte en la semilla provoca una estimulación en la germinación de la especie.

No obstante, los porcentajes de germinación aumentaron a medida que aumentaron las concentraciones hormonales de ácido geberelico asociado al tiempo de exposición al ácido. Existiendo un efecto del tiempo de exposición y la concentración de ácido geberelico en la germinación. Las giberelinas, en particular el GA3, son ampliamente utilizadas para promover o inducir la germinación de semillas en diversas especies y romper la dormición permitiendo la germinación y crecimiento del embrión.

Objetivo 3.

Para este objetivo fue objetivo se analizaron los costos de producción y ejecución de las faenas realizadas, sin embargo, los costos y valores de mano de obra y materiales puede variar según el sector donde se desee realizar el manejo.

7. Conclusiones

Objetivo 1

Los esquemas de manejo permiten aumentar el crecimiento de ramas en todas las especies estudiadas.

Para *Cordia decandra* la poda apical es el manejo que mejora el crecimiento de ramas, al igual que la producción de flores.

Myrcianthes coquimbensis responde mejor a la poda de vástagos para el crecimiento de ramas, la producción de flores y frutos no se vio mejorada.

Carica chilensis también respondió positivamente a los manejos en relación al crecimiento, fructificación y floración.

La falta de significancia en los resultados de floración y fructificación no permiten asegurar por el momento que los manejos mejoran esta condición, sin embargo, se observa una respuesta levemente positiva.

La floración y fructificación se relacionan con los factores climáticos.

Existe la necesidad de mantener las mediciones de estos ensayos, para mejorar los resultados hasta hora obtenidos.

La emergencia de las semillas en terreno de *Myrcianthes coquimbensis*, *Carica chilensis* y *Cordia decandra* son sensible a una alta disponibilidad de agua en el suelo.

Independiente de la especie, semillas establecidas bajo cobertura vegetal son altamente depredadas, impidiendo la regeneración natural de la especie.

Objetivo 2.

Las fertilizaciones en base a dosis de nitrógeno mejoran el crecimiento de plantas de *Myrcianthes coquimbensi* y *Cordia decandra*.

El tamaño de contenedor aumenta el tamaño de plantas de para *Cordia decandra*, siendo la mejor respuesta los contenedores más grandes con mayores dosis de nitrógeno.

El DAC de *Cordia decandra*, aumenta en contenedores más grandes, pero sin dosis de nitrógeno.

Myrcianthes coquimbensi no presenta mejoras significativas a los tratamientos de tamaño de contenedor ni fertilización en la altura de plantas.

Myrcianthes coquimbensi, respondió mejor al incremento en DAC en contenedores mayores.

Los contenedores más grandes permiten un mayor desarrollo de la raíz en *Cordia decandra*.

Las técnicas utilizadas para producir plantas y su establecimiento permiten tener una buena supervivencia en terreno.

Dentro de las condiciones a considerar hay que tener presente la presencia de animales menores que puedan ser atraídos por el aumento de la humedad al efectuar los riegos de establecimiento.

Como conclusiones preliminares en la germinación y propagación de *C. chilensis*. A medida que aumenta la concentración y la exposición de las semillas al ácido giberelico aumenta la germinación de las semillas.

Objetivo 3.

En base a estos resultados se puede concluir que los valores de la Tabla de Costos de la Ley 20.283, de acuerdo a la bonificación que ésta entrega, alcanza para cubrir los costos de los métodos y técnicas silvícolas evaluadas para la recuperación de las formaciones xerofíticas con presencia de *M. coquimbensis*, *C. chilensis* y *C. decandra*.

BIBLIOGRAFÍA

ANTHONY, D. & D. JACOBS. 2005. Quantifying root system quality of nursery seedlings and relationship to outplanting performance. *New Forest*, 30:295-311.

ARROYO, M.T.K., P. MARQUET, C. MARTICORENA, J. SIMONETTI, L. CAVIERES, F. SQUEO, R. ROZZI & F. MASSARDO. 2004. El Hotspot Chileno, prioridad mundial para la conservación. *Diversidad de Ecosistemas. Ecosistemas terrestres.* Disponible en: www.mma.gob.cl/librobiodiversidad_1308_articles-45159_recursp_2.pdf

ARROYO, M.T.K., C. MARTICORENA, O. MATTHEI & L. CAVIERES. 2000. "Plant invasions in Chile: present patterns and future predictions". In: H.A. Mooney & R. Hobbs (eds.), *Invasive Species in a Changing World.* Island Press, New York, pp. 385-421.

BADILLO V (1971). Monografía de la familia Caricaceae. Univ. Central Venezuela, Maracay, 221 pp.

BURDETT, A. 1990. Physiological processes in plantation establishment and the development of specifications for forest planting stock. *Can. J. For. Res.* 20: 415-427.

CARLSON, W. 1986. Root system considerations in the quality of loblolly pine seedlings. *S. J. Appl. For.* 10: 87-92.

CASILLO, M. 2003. Ciclos el Niño / La Niña. Período 1992 - 2000 y su influencia en las costas norte y central de Chile. *Anuario SHOA.* Tomo 55. Santiago de Chile. 8 pp.

CIREN, 2010. Determinación de la erosión actual y potencial del territorio de Chile. Santiago de Chile. 50 pp

COMERFORD, N. & R. FISHER. 1984. Using foliar analysis to classify nitrogen-deficient sites. *Soil Science Society of America Journal* 48: 910-914.

CONAF. 2004. Catastro y evaluación de uso del suelo y vegetación, Cuarta región de Coquimbo. Santiago, Chile. 32 pp

CONAF. 2009. Catastro de formaciones xerofíticas en áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad, en las regiones de Atacama y Coquimbo. Santiago de Chile. 17 pp.

CONAMA. 2008. Biodiversidad de Chile, Patrimonio y Desafíos, Ocho Libros Editores, Santiago de Chile, Chile, 640 pp.

CUEVAS, R.A. (1991) Estudio de la distribución local y descripción ecológica de las poblaciones de *Carica chilensis* (Planch.) Solms- Laub. del Parque Nacional Fray Jorge. Memoria para optar al título profesional de Ing. Forestal. Universidad de Chile. Santiago., 128 pp.

CHAPIN III, F.S., SAVALETA, E.S., EVINER, V.T., TAYLOR, R.L., VITOUSEK, P.M., REYNOLDS, H.L., HOOPER, D.U., LAVOREL, S., SALA, O.E., HOBBIE, S.E., MACK, M.C., & S. DIAZ. 2000. Consequence of changing biodiversity. *Nature* 405: 242 pp.

DURYEA, ML. & K. MCCLAIN. 1984. Altering seedling physiology to improve reforestation success. In Duryea ML, GN Brown eds. Seedling physiology and reforestation manual. Success I. Proceedings of the Physiology Working Group Technical Session. Oregon State University. Corvallis, Oregon. USA. p. 77-114.

FLUGGE, U., FREISL, M. & H. HELDT. 1980. Balance between metabolite accumulation and transport in relation to photosynthesis by isolated spinach chloroplasts. *Plant Physiology* 65 (574–577).

FENNER, M. y THOMPSON, K. 2005. The ecology of seeds. En: Post dispersal hazards. UK. Editorial Cambridge University Press pp. 136-143.

GARCÍA-GUZMAN, P., LOAYZA, A., CARVAJAL, D., LETELIER, L., & F. SQUEO. 2012. The ecology, distribution and conservation status of *Myrcianthes coquimbensis*: a globally endangered endemic shrub of the Chilean Coastal Desert. *Plant Ecology & Diversity*. Vol. 5 (2): 197–204.

GAJARDO, R., SERRA, M. T., GREZ, I. (1987). Fichas técnicas de lugares específicos con presencia de especies leñosas amenazadas de extinción. CONAF. Programa de protección y recuperación de la flora nativa de Chile. 628 pp.

GAJARDO R (1994). Vegetación Natural de Chile, Clasificación y distribución geográfica. Editorial Universitaria, Santiago. 165 pp.

GLASS, A. 2002. Nutrient absorption by plants root: regulation of uptake to match plant demand. In: Waisel Y., EshelA. And kafkafi U. (eds), *Plants Roots: The Hidden Half*, 3rd ed..Marcel Dekker Inc., New York, pp, 571-586.

HECHENLEITNER P, GARDNER M, THOMAS, P, ECHEVERRIA, C, ESCOBAR, B, BROWNLESS, P & MARTÍNEZ, C (2005). Plantas amenazadas del Centro-Sur de Chile. Universidad Austral de Chile. Real Jardín Botánico de Edimburgo. 187 pp.

HERNÁNDEZ, A. & R. RUBILAR. 2012. Efecto de la fertilización nitrogenada y fosforada en el desarrollo y fenología de brotes de setos de *Pinus radiata*. BOSQUE 33(1): 53-61.

HULME, P. y BORELLI, T. 1999. Variability in post dispersal seed predation in deciduous woodland: relative importance of location, seed species, burial and density. *Plant Ecology* 145: 149-156.

HOFFMANN A. & H. WALTER. 2004. Cáceas. En la flora Silvestre de Chile. Segunda edición. Fundación Claudio Gay. 307p

IBAÑEZ, C. 2013. Establecimiento de protocolos de micropropagación e identificación de bioproductos en especies nativas de alto valor ecológico del Norte Chico. Informe Final. Proyecto financiado por el Fondo de Investigación del Bosque nativo N° 037/2011. Disponible en www.conaf.cl

IMO, M. & V. TIMMER. 1992. Nitrogen uptake of mesquite seedlings at conventional and experimental fertilization schedules. *Soil Science Society of America Journal* 56: 927-934.

KORMANIK, P. 1986. Lateral root morphology as an expression of sweetgum seedling quality. *Forest Science*. 32: 595-604.

KORMANIK, P., RUEHLE, J. & H. MUSE. 1990. Frequency distribution and heritability of first-order lateral roots in loblolly pine seedlings. *For. Sci.* 36: 802-814.

LUEBERT, F. & P. PLISCOFF. 2006. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Santiago de Chile. Editorial Universitaria. 316 pp.

MARSCHNER H. 1995. Mineral nutrition of higher plants, 2nd edn. Academic Press, London.

MCMILLIN, J. & M. WAGNER. 1995. Effects of water stresses on biomass partitioning of ponderosa pine seedlings during primary root growth and shoot growth periods. *For. Sci.* 41: 594-610.

MENZIES, M. 1988. Seedling quality and seedling specifications of radiata pine. Whata's New in forest research No 171. Forest Research Institute, Private bag, Rotorua, New Zeleand, 4 pp.

MITTERMEIER, R.A., P.R. GIL, M. HOFFMANN, J. PILGRIM, T. BROOKS, C.G. MITTERMEIER, J. LAMOREUX & G.A.B. DA FONSECA

(EDS.). 2004. Hotspots Revisited: Earth's Biologically Wealthiest and most Threatened Ecosystems. CEMEX, México D.F.

MMA, 2014. Ministerio del Medio Ambiente. Disponible en: <http://www.mma.gob.cl/biodiversidad/1313/w3-artcile-47518.html>

MUÑOZ M, H NÚÑEZ & J YÁÑEZ (Eds.) (1996) Libro Rojo de los Sitios Prioritarios para la Conservación de la Diversidad Biológica en Chile. CONAF, Santiago.

MYERS, N., MITTERMEIER, RA., MITTERMEIER, C.G., DA FONSECA G.A.B & J. KENT. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature 403:853-858.

NICODEMUS, M, SALIFU, F. & D. JACOBS. 2008. Growth, nutrition, and photosynthetic response of Black walnut to varying nitrogen sources and rates. Journal of Plant Nutrition 31: 1917-1936.

PARDO, K. 1984. Un programa de mejoramiento genético en *Prosopis tamarugo* y *Prosopis chilensis*. Documento de trabajo N°1, CONAF/FAO. Santiago de Chile. 28 pp.

REICH, P., OLEKSYN, J., & I. WRIGHT. 2009. Leaf phosphorus influences the photosynthesis-nitrogen relation: a cross-biome analysis of 314 species. Oecologia 160: 207-212.

RODRÍGUEZ R, M QUEZADA, & O MATTHEI (1983) Flora arbórea de Chile. Ed. de la Universidad de Concepción. Chile. 408 pp.

RODRÍGUEZ D, C MARIN, H QUECAN & R ORTÍZ (2005) Áreas potenciales para colectas del género *Vasconcellea* Badillo en Venezuela. Bioagro 17(19: 3-10).

RITCHIE G. 1984. Assessing seedling quality. Pp 243-259. In Forest nursery manual. Production of bareroot seedling (M.L. duryea, and T.D. Landies, eds.). Martinus Nijhoff/ Dr. W. Junk Publishers, The Hague. 385 pp.

SALA, O.E., CHAPIN III, S., ARMESTO, J., BERLOW, E., BLOOMFIELD, J. DIRZO, R., HUBERT-SANWALD, E., HUENNEK, L., JACKSON, R., KINZING, A., LEEMANS, R., LODGE, D., MOONEY, H., OESTERHELD, M. POFF, L., SYQUES, M., WALKER, B., WALKER, M. & D. WALL. 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100, Science 287: 1774 pp.

SALDIAS, G & J. VELOZO. 2014. Estudio de la propagación de *Myrcianthes coquimbensis* (Barnéoud) Landrum et Grifo por semillas y esquejes. Gayana Botánica 71: 216-221.

SANTIBÁÑEZ F, ROA P & F. SANTIBÁÑEZ. 2008. Capítulo I. El medio físico. En: Biodiversidad de Chile. Patrimonio y desafíos. 2da edición. CONAMA. Por Ocho Libros. 639 p.

SALIFU, K & V. TIMMER. 2003. Optimizing nitrogen loading of *Picea mariana* seedlings during nursery culture. Canadian Journal Forest Research 33: 1287-1294.

SCHULTZ, R. & J. THOMPSON. 1990. Nursery cultural practices that improve hardwood seedling root morphology. Tree Planters Notes 41: 21-32

SERRA, MT, GAJARDO, R & CABELLO, A (1986). *Carica chilensis*. Programa de Protección y Recuperación de la flora nativa de Chile. Ficha Técnica de especies amenazadas. Corporación Nacional Forestal. 13 pp.

SERRA MT, R GAJARDO & A CABELLO (1986) *Cordia decandra*. Programa de protección y recuperación de la Flora nativa de Chile. Ficha Técnica de especies amenazadas. Especies Vulnerables Corporación Nacional Forestal. Santiago. 91-108 pp.

SERRA MT, M PERALTA & A CABELLO (1987) Ensayos de plantación de especies forrajeras nativas. I Informe de Avance. Proyecto CONAF/PNUD/FAO-CHI/83-017. Actividad I. 1.3.3. 144 pp.

SIMONETTI, J.A., A. GREZ & R. BUSTAMANTE. 2002. "El valor de la matriz en la conservación ambiental". Ambiente y Desarrollo, 18: 116- 118, 255-256.

SQUEO, F, ARANCIO, G & GUTIÉRREZ, J (eds.)(2001). Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Coquimbo. ED. Universidad de La Serena. 372 pp.

SQUEO F.A., G. ARANCIO & L. CAVIERES. 2001. Sitios Prioritarios para la Conservación de la Flora Nativa con Riesgos de Extinción en la IV Región de Coquimbo, Chile. Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Coquimbo (F.A. Squeo, G. Arancio y J.R. Gutiérrez, Eds.)Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile (2001) 11: 171 - 193

SQUEO, F, ARANCIO, G & GUTIÉRREZ, J (eds.)(2008). Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama. ED. Universidad de La Serena, La Serena. 466 pp.

SQUEO F, STOLL A, TRACOL Y, ARANCIO G, LÓPEZ Y. 2009. "Catastro de formaciones xerofíticas en áreas Prioritarias para la conservación de la Biodiversidad, en las regiones de atacama y Coquimbo". Informe Final. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias. Universidad de La Serena.

Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA). Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB). 91p

STONE, E., JENKINSON, C. & S. KRUGMAN. 1962. Root regenerating potential of Douglas-fir seedlings lifted at different times of the year. *For. Sci.* 8, 288-297.

STRUVE, D. 1990. Root generation in transplanted desiduousnursery stock. *HortScience* 25: 266-270.

THOMPSON, J. & R. SCHULTZ. 1995. Root system morphology of *Quercus rubra* L. Plantig stock and 3-year field performance in Iowa. *New Forest* 9: 225-236.

VAN DEN DRIESSCHE, R. 1987. Onportance of current photosynthate to new root growth in planted conifer seedlings. *Canadian Forest. Res.* 17: 776-782.

VITA, A. 1997. Silvicultura de formaciones nativas. En: Valdebenito, G. y Benedetti, S. (Eds). *Forestación y silvicultura en zonas áridas y semiáridas de Chile.* CORFO-INFOR.: 257-273.

VITA, A.; VALENZUELA, M. & VARELA, S. 2007. Ensayos de recuperación de formaciones naturales de Guayacán (*Porlieria chilensis* John.) en la zona árida de Chile. *Ciencia e Investigación Forestal.* Instituto Forestal. Chile. 13 (1): 137-151.

VITA, A. 2007. Silvicultura en zonas áridas. In: Hernández, J., De la Maza, C. y Estados, C. (Eds.). *Biodiversidad: Manejo y conservación de recursos forestales.* Editorial Universitaria. Santiago. Chile. Pp 362 – 403.

VITA, A. 2013. Establecimiento de modelos de intervenciones silviculturales para formaciones xerofíticas y bosques nativos de las Regiones Desérticas y altiplánicas. Informe Final Fondo de Investigación del Bosque Nativo. Santiago de Chile. Disponible en: <http://www.investigacion.conaf.cl/archivos/2015/proyectos/033-2010-Vita-UChile-Informe-Final.pdf>

ANEXOS

Se incluye los siguiente Anexos

Anexo 1: Base de datos variables dasométricas, biomasa y fluorescencia

Anexo 2: Base de datos de variables de vivero y plantación.

Anexo 3: tabla de costos