



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

DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA Y CONSERVACIÓN DE LA
NATURALEZA

EVALUACIÓN DE UNA SIEMBRA DIRECTA DE *Jubaea chilensis*
(Mol.) Baillon. (PALMA CHILENA) EN DISTINTOS MICROSITIOS
EN LA SEXTA REGION DEL LIBERTADOR GENERAL BERNARDO
O'HIGGINS

Memoria para optar al Título
Profesional de Ingeniero Forestal

PABLO ANDRÉS PARRA SOTO

Profesor Guía: Dr. Gustavo Cruz Madariaga. Ingeniero Forestal.



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y DE LA
CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA
ESCUELA DE CIENCIAS FORESTALES
DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA Y CONSERVACIÓN DE LA
NATURALEZA

EVALUACIÓN DE UNA SIEMBRA DIRECTA DE *Jubaea chilensis*
(Mol.) Baillon. (PALMA CHILENA) EN DISTINTOS MICROSITIOS
EN LA SEXTA REGION DEL LIBERTADOR GENERAL BERNARDO
O'HIGGINS.

Memoria para optar al Título
Profesional de Ingeniero Forestal

PABLO ANDRÉS PARRA SOTO

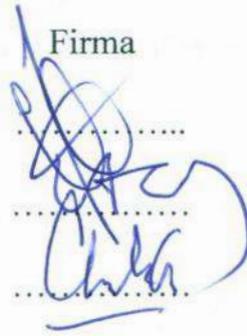
Calificaciones:

Nota

Firma

Prof. Guía Sr. Gustavo Cruz Madariaga

7,0



Prof. Consejero Sr. Luis Alberto González Rodríguez

6,5

Prof. Consejero Sr. Antonio Vita Alonso

6,6

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer al profesor Gustavo Cruz, por su paciencia, motivación y consejos durante estos dos años de trabajo, ya que siempre fue cercano y aportó constantemente a mi formación como futuro profesional. También quiero agradecer a los profesores consejeros, Antonio Vita y Luis González, que siempre tuvieron excelente disposición para recibirme y darme el tiempo necesario para aclarar mis dudas.

A pesar de no ser profesores consejeros, Álvaro Promis y Paulette Naulin mostraron excelente disposición para ayudarme, destinando una parte considerable de su tiempo para ello, por lo que les estoy muy agradecido. También quiero agradecer a Gina Michea de CONAF, que me recibió en su oficina y me tendió la mano ante cualquier duda que tuviera, al igual que Rodrigo Vásquez que, a pesar de no tener el privilegio de conocerlo personalmente, resolvió dudas claves con respecto a los depredadores de semillas cuando le escribí a su correo. No puedo olvidarme de los profesores Carlos Magni, Iván Grez, Karen Peña y Horacio Bown, que también me ayudaron en la parte inicial de este proceso, cuando aún había muchas dudas e incertidumbre.

Agradezco a Patricio Tapia, María José Román y Nicole Galindo por sus consejos y certeras observaciones durante la etapa final de la memoria. A mi cuadrilla de terreno y amigos Ariel Petit, Gabriel Marianjel y Roberto Rodríguez por ayudarme solo con el incentivo de que me resultaran bien las cosas, nunca olvidaré ese gran gesto.

Agradezco a Rubén Bravo de CONAF, por recibirme en su hogar y porque sin su ayuda en terreno no hubiese sido posible llevar a cabo esta memoria, al igual que a los trabajadores de la Hijueta Quinta, Víctor y Jaime, con los que compartí y aprendí cosas que la universidad muchas veces desestima.

Agradecer al CESAF, en especial a la Sra. Ana y María Julia que, con mucho cariño siempre se preocuparon de que aprendiera. Al profesor Alejandro Bozo y a las secretarías Mariela, Herminia y Panchita, que durante toda la carrera siempre me brindaron ayuda en lo que fuera.

Quiero agradecer a los compañeros y compañeras de forestal con los que compartí, en especial a la generación 2008, por la confianza, el respeto y por las alegrías entregadas. A mis amigos del liceo y equipo de fútbol CFC, por ser un pilar fundamental en mi vida. A mi compañera Constanza, por darme el trabajo de conocerme y porque siempre me ha apoyado y brindado su amor.

Agradezco a mis padres y hermanos que, a pesar de los constantes problemas y difíciles momentos, siempre me brindaron su apoyo incondicional, en especial a mi padre, que me acompañó a terreno cuando nadie más podía.

De manera especial, dedico esta memoria de título a mi abuelita Brunilda y a mi amigo Fito que, a pesar de que ya no están, siempre fueron inspiración ante el cansancio y adversidad.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN

ABSTRACT

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes de <i>Jubaea chilensis</i> (Mol.) Baillon.....	2
1.1.1 Descripción botánica.....	2
1.1.2 Distribución, estructura y hábitat.....	2
1.1.3 Antecedentes de propagación	3
1.1.4 Estado de conservación.....	4
1.1.5 Siembra directa	4
1.1.6 Micrositios para la regeneración.....	5
1.1.7 Morfoanatomía de la semilla de palma chilena	6
1.1.8 Predación de frutos	8
1.2 Objetivos	8
1.2.1 Objetivo general.....	8
1.2.2 Objetivos específicos	8
2. MATERIAL Y MÉTODO.....	9
2.1 Material	9
2.1.1 Ubicación área de estudio	9
2.1.2 Clima.....	10
2.1.3 Orografía.....	10
2.1.4 Suelo	10
2.1.5 Vegetación	10
2.1.6 Uso actual	10
2.2 Método.....	11
2.2.1 Pre-tratamiento de semillas de palma chilena.....	11
2.2.2 Identificación de micrositios aptos para la siembra directa.....	11
2.2.3 Siembra directa en los micrositios.....	13
2.2.4 Análisis estadístico de emergencia en micrositios.....	14
2.2.5 Evaluación de métodos de protección de semillas.....	14
2.2.6 Análisis estadístico de los métodos de protección.....	17
3. RESULTADOS	18

3.1	Micrositios aptos para la siembra directa de semillas de palma chilena	18
3.1.1	Sustratos presentes en el área de estudio	18
3.1.1.2	Densidad de plántulas según sustrato	19
3.1.2	Vegetación nodriza	20
3.1.2.1	Presencia de potencial vegetación nodriza	20
3.1.2.2	Densidad de plántulas bajo potencial vegetación nodriza	21
3.2	Siembra directa en micrositios	22
3.3	Emergencia en los micrositios.....	23
3.4	Evaluación de métodos de protección en semillas	28
4.	DISCUSIÓN	31
4.1.	Micrositios aptos para la siembra directa	31
4.2	Evaluación de la emergencia de semillas en los micrositios seleccionados.....	33
4.3	Evaluación de métodos de protección de semillas	36
5.	CONCLUSIONES	39
6.	BIBLIOGRAFÍA	40
7.	ANEXOS	46
8.	APÉNDICE.....	47

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** a) Morfoanatomía de semilla de palma chilena (Uhl y Dransfield., 1987); b) Representación de la anatomía del embrión de *Cocos nucifera* L. (Branton y Blake, 1983). 7
- Figura 2.** Morfoanatomía de semilla de palma chilena. a) Testa seccionada, evidenciando el embrión en el ápice del endosperma b) endocarpio removido, dejando al descubierto la testa. 7
- Figura 3.** Mapa de Chile (2015) y ubicación del área de estudio, en el predio la Hijuela Quinta, Comuna de Chépica. Provincia de Colchagua Región del Libertador Bernardo O'Higgins..... 9
- Figura 4.** Esquema del diseño de la grilla, donde se presenta la disposición de los 120 puntos de control en cada sector con presencia de palmas. 12
- Figura 5.** Esquema de división de parcelas en 4 cuadrantes de cada uno de los 120 puntos de control en cada sector con presencia de palmas. 12
- Figura 6.** Estaca con cinta de color señalando la ubicación de casillas en micrositio. 13
- Figura 7.** Tratamientos del ensayo de métodos de protección de semillas. (a) Formación vegetal de espino (*A. caven*), donde se estableció el ensayo de métodos de protección de semillas; (b) T0: Semillas en casilla sin protección superficial; (c) T1 Semillas con hojarasca dentro de la casilla sin protección superficial; (d) T2 Semillas con protección superficial por malla de alambre galvanizado; (e) T3 Semillas sin protección superficial y con protección de botellas plásticas en casilla; (f) T4 Semillas con protección superficial con hojas de palma chilena. 16
- Figura 8.** Zonas de muestreo del ensayo de evaluación de métodos de protección de semillas y disposición de las parcelas con los métodos de protección. 17
- Figura 9.** Densidad de palma chilena (n° plantas/ 100 m²), según sustrato en cada palmar estudiado. Los sustratos que presentan una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). 19
- Figura 10.** Densidad de palma chilena (N° plantas/ 100 m²), según especie acompañante en cada palmar estudiado. Las especies que presentan una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). 21
- Figura 11.** Distribución espacial de micrositios en los que se realizó la siembra directa dentro del área de estudio..... 23

Figura 12. Categorías para clasificar la emergencia en semillas de palma chilena, desarrolladas a partir de su nivel de emergencia en el ensayo.....	24
Figura 13. Emergencia (%) según categorías establecidas en cada uno de los micrositos (PLES: Plántulas establecidas; SOEA: Semillas con opérculo de endocarpio abierto; SOECTA: Semillas con opérculo de endocarpio cerrado y opérculo de testa abierto). Los micrositos que presentan una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).	25
Figura 14. Semillas de palma chilena con opérculo de endocarpio abierto con emergencia de radícula.	26
Figura 15. Comparación del colorido de la testa segmentada de semillas viables (abajo) e inviables (arriba) de palma chilena, debido a distintos niveles de hidratación.	27
Figura 16. Frecuencia (%) de semillas removidas y de métodos de protección removidos y/o dañados. T0: semillas en casilla sin protección superficial; T1: semillas con hojarasca dentro de la casilla; T2: semillas con protección superficial con malla de alambre; T3 semillas con protección superficial con botellas plásticas; T4: semillas con protección superficial con hojas de palma. El % de semillas removidas con letras similares no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).	28
Figura 17. (a) Método de protección de T3 dañado por pisoteo de caballo en la casilla; (b) Método de protección de T1 removido de su casilla; (c) Método de protección de T3 removido de su casilla; (d) Método de protección de T2 dañado por caballo en su casilla.	29
Figura 18. Fecas de fauna aladaña en las distintas zonas del ensayo. a) Fecas de <i>Pseudalopex culpaeus</i> Mol. (Zorro culpeo) sobre método de T2. b) Fecas de lagomorfos al costado de un método de T1. c) Fecas de caballo al costado de un método de T2. d) Fecas de lagomorfos y caballos al costado de método de T0, donde la semilla fue removida de su casilla.....	30

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Proporción de los distintos tipos de sustratos presentes en el área de estudio, con la presencia o ausencia de plántulas de palma chilena.....	18
Cuadro 2. Características de las especies nativas en el área de estudio y la presencia o ausencia de plántulas bajo estas.....	20
Cuadro 3. Viabilidad de semillas de terreno una vez finalizado el ensayo.	26

RESUMEN

La acción antrópica sobre el bosque nativo ha reducido el tamaño poblacional de la palma chilena (*Jubaea chilensis* (Mol.) Baillon) alrededor del 98%. Esto ha causado que algunas poblaciones actuales presenten una alta proporción de individuos senescentes, escasa presencia de regeneración natural y alta predación de semillas. Esta situación contribuiría a que sus poblaciones estén envejeciendo con un bajo porcentaje de recambio generacional, lo que podría incidir en la permanencia de la palma chilena en el futuro. En virtud de lo anterior, el objetivo de este estudio fue evaluar una siembra directa de *Jubaea chilensis* en diferentes micrositios. Además, complementariamente se evaluaron diferentes métodos de protección contra la predación de semillas.

Estos estudios se realizaron en "La Hijuela Quinta", ubicada al interior del valle de Colchagua, en la comuna de Chépica. Para la identificación de micrositios, se estableció una grilla de muestreo de 120 puntos de control, en dos sectores con presencia de palmas. En cada punto de control se estableció una parcela de 2 x 2 metros, donde se realizó una caracterización del sitio, identificando la presencia o ausencia de plántulas de palma chilena. Con esta información se seleccionaron cuatro potenciales micrositios para efectuar la siembra directa y evaluar la emergencia de semillas. La siembra se realizó con semillas pre-tratadas, las que se hidrataron durante tres días y depositaron en bolsas de polietileno selladas, en oscuridad y a una temperatura de 28°C durante ocho semanas (con hidratación de semillas una vez por semana). El estudio de métodos de protección contra la predación de semillas se realizó en un bosque abierto de *Acacia caven* (Mol.) Mol. (Espino), sector adyacente al área de los palmares. Se definieron cuatro zonas de muestreo, en las que se establecieron en forma aleatoria cinco parcelas de 16 x 12 metros. En cada parcela se sembró palma chilena, donde se evaluaron cinco tratamientos.

Los resultados de la identificación de micrositios establecieron que el 100 % de las plántulas se encuentra bajo cobertura vegetal y el sustrato en el que mayoritariamente se desarrolla es hojarasca (P1: 5,4 pl/ 100 m² y P2 1,3 pl/ 100 m²). A base de esta información se determinó que los micrositios óptimos para sembrar eran fondo de quebrada, bajo cobertura de *Peumus boldus* (Mol.) Looser (Boldo), de *Lithrea caustica* (Mol.) Hook (Litre) y de *Quillaja saponaria* Mol. (Quillay). En 36 semanas, la evaluación de la siembra determinó que la emergencia de semillas fue mayor en los micrositios fondo de quebrada (22,9 %) y bajo cobertura de *Peumus boldus* (22,5 %). Los micrositios bajo cobertura de *Lithrea caustica* y de *Quillaja saponaria* presentaron los menores porcentajes de emergencia, con un 5,8 % y 1,4 %. Los resultados obtenidos en el ensayo de métodos de protección luego de 28 semanas, revelaron que hubo escasa remoción (1,7 %) y nulo nivel de daño por predación en las semillas, por lo que no se pudo determinar qué tratamiento fue más efectivo.

El principal sustrato en el que se desarrolla la regeneración de palma chilena es la hojarasca, la que se acumula debido al aporte continuo de las especies arbóreas de los remanentes de bosque esclerófilo en sectores con presencia de palmas. Se recomienda realizar un seguimiento más prolongado a una siembra directa de palma chilena, debido a que el desarrollo de esta especie es lento como para emitir juicios en una sola temporada. La aplicación de riego durante al menos un año podría mejorar de manera considerable el rendimiento de una siembra directa. Los bajos niveles de predación de semillas podrían atribuirse a la ausencia de depredadores en los sectores que se estableció el ensayo.

Palabras claves: palma chilena, siembra directa, micrositios, emergencia, predación.

ABSTRACT

The anthropic action on the native forest has reduced the population size of the Chilean palm (*Jubaea chilensis* (Mol.) Baillon) about 98%. This has caused that some current populations have a high proportion of senescent individuals, scarcity of natural regeneration and high seed predation. This situation would contribute to aging of the population with a low percentage of generational replacement, which could affect the permanence of the Chilean palm in the future. Under this, the objective of this study was to evaluate direct seeding of *Jubaea chilensis* in different microsites. Furthermore, complementarily and independently there were evaluated the different protection methods against the seed predation.

These studies were carried out in the "La Higuera Quinta", located in the interior within the Colchagua Valley, in the Chépica district. For the identification of microsites, a grid sample of 120 checkpoints was set in two areas with palm presence. At each checkpoint a plot of 2 x 2 meters was established, in which a site characterization was performed, identifying the presence or absence of natural regeneration of Chilean palm. With this information, four potential microsites were selected for direct seeding and to evaluate the seeds emergence. The sowing was done with seeds pre-treated, which they were hydrated for three days and they were placed in sealed polyethylene bags, in darkness and to a temperature of 28°C for 8 weeks (with hydration of seeds once per week). The study of protection methods against seed predation was carried out in an open forest of *Acacia caven* (Mol.) Mol. (Espino), adjacent sector to the palms area. Four sampling areas were defined, in which five plots of 16 x 12 meters were established randomly. In each plot the Chilean palm was seeded, where five treatments were evaluated.

The results of the identification of microsites established that 100% of natural regeneration is under vegetation cover and the substrate in which, predominantly is developed is litter. (P1: 5,4 pl./100 m² y P2 1,3 pl./100 m²). Based on this information it was determined that the optimum planting microsites were ravine bottoms, under coverage of *Peumus boldus* (Mol.) Looser (Boldo), of *Lithrea caustica* (Mol.) Hook (Litre) and of *Quillaja saponaria* Mol. (Quillay). After 36 weeks, the evaluation of direct seeding determined that the emergence of seeds was higher in microsites ravine bottoms (22,9%) and under coverage of *P. boldus* (22,5 %). Microsites under coverage of *L. caustica* and *Q. saponaria* presented the lowest percentages of emergency with 5,8% and 1,4%. The results obtained in protection testing methods after 28 weeks, show that there was little removal (1,7%) and no damage for seeds predation, so it is not possible to determine which treatment was more effective.

The main substrate in which the regeneration of Chilean palm is developed is litter, which accumulates due to the continuous contribution of the tree species of remnants of sclerophyll forest in sectors with palms. It is recommended to do a more prolonged monitoring instead of a direct Chilean palm seeding, because the development of this species is slow to make judgments in a single season. The application of irrigation for at least one year could significantly improve the performance of a direct seeding. The seed predation low levels could be attributed to the absence of predators in the areas that the trial was conducted.

Keywords: Chilean palm, direct seeding, microsites, emergency, predation.

1. INTRODUCCIÓN

La acción antrópica sobre el bosque nativo ha alterado y reducido el tamaño poblacional de la palma chilena (*Jubaea chilensis* (Mol.) Baillon.), especie asociada al bosque esclerófilo (Forcelledo, 2006). Se estima que la población de *Jubaea chilensis* se ha reducido en alrededor del 98% (Grau, 1994; Hechenleitner *et al.*, 2005). Esto ha causado que, desde 1985 hasta la actualidad (según el noveno proceso de clasificación del Ministerio del Medioambiente (MMA)), la especie se encuentre clasificada como vulnerable (Benoit, 1989).

Algunas poblaciones actuales de palma chilena presentan una alta proporción de individuos senescentes, escasa presencia de regeneración natural y alta predación de semillas por faenas de extracción de coquitos, ganado doméstico y micromamíferos. La situación actual contribuiría a que sus poblaciones estén envejeciendo con un bajo porcentaje de recambio generacional, lo que podría incidir en la permanencia de poblaciones de palma chilena en el futuro. Esta reducción poblacional exige esfuerzos activos de recuperación que contribuyan a mejorar la condición actual de las poblaciones de palma chilena.

Para su recuperación activa, dentro de los métodos silviculturales se consideran la plantación y la siembra directa. Debido a que la propagación de palma chilena es bastante lenta e irregular, muchas veces se utiliza el método de la plantación. Mediante este método, la preparación del terreno provoca la ruptura intensa de los agregados del suelo, mejorando la capacidad de retención de agua aprovechable y produciendo la exposición al aire de la materia orgánica, estimulando el rápido desarrollo de las raíces debido a una mayor disponibilidad de nutrientes (Corporación Nacional Forestal (CONAF), 2013). En contraste, la siembra directa funciona bien para los sitios donde operativamente es difícil realizar una plantación, en sitios con acceso deficiente y donde el tránsito es limitado. A menudo, la siembra directa resulta apropiada cuando ocurre algún desastre natural que destruye extensas superficies de bosque, debido a que el suministro de semillas se reduce de manera considerable y utilizar la reforestación mediante métodos naturales es poco factible (Nyland, 2016). Ambos métodos son alternativas que facilitan la propagación de la palma chilena, sin embargo, al comparar la plantación y la siembra directa en términos económicos, la siembra directa tiene un costo inicial más bajo que plantación (1/3 a 1/2 del costo de la siembra) (Williston y Balmer, 1983).

Si bien la siembra directa constituiría una alternativa silvícola interesante para la recuperación de la especie, existen muy pocos antecedentes sobre su aplicación, existiendo sólo una experiencia documentada (Alarcón y Vita, 1992). Así, por ejemplo, no se ha estudiado cuál es el micrositio óptimo que entregará las condiciones adecuadas para el establecimiento definitivo de la palma chilena posterior a la siembra. Tampoco se ha determinado cuál es el método de protección contra la predación de semillas por parte de la vida silvestre, factor que incide directamente en la regeneración y sobrevivencia de la palma chilena.

En virtud de lo anterior, esta memoria de título tiene por objetivo evaluar una siembra directa de palma chilena en distintos micrositos, como también evaluar diferentes métodos de protección contra la predación silvestre en el sector “La Hijuela Quinta” de la Comuna de Chépica, Región del Libertador General Bernardo O’Higgins.

1.1 Antecedentes de *Jubaea chilensis* (Mol.) Baillon

1.1.1 Descripción botánica

La *Jubaea chilensis* pertenece a la familia Areacaceae y al género *Jubaea*. Es una planta perenne, monoica, que puede alcanzar hasta 30-35 metros de altura y un diámetro de 2 metros (Muñoz, 1973), aunque en la actualidad no se ha observado ejemplares que superen los 1,2 metros¹ de diámetro. Su tronco es grisáceo, liso, con cicatrices marcadas de las hojas, que se adelgaza hacia el ápice donde van las hojas largas de 2-4 metros de largo por 50-60 centímetros de ancho divididas en pinnas que van dispuestas como un techo y que se desprenden totalmente cada 4-5 años. Presenta inflorescencias envueltas en una bráctea dura como canoa de hasta 1,5 metros de largo y otra fibrosa, flores moradas de a tres, dos masculinas y una femenina. El fruto de *J. chilensis* es una drupa ovoide amarilla con tépalos persistentes de color café, de 5 centímetros de largo, carnosa, que contiene una semilla, ovoide con tres poros (Muñoz, 1973).

1.1.2 Distribución, estructura y hábitat

Actualmente la distribución natural se extiende desde la Región de Coquimbo en la Provincia del Choapa (32°06'S), hasta la Región del Maule en la Provincia de Talca (35°22'S), con un rango altitudinal desde el nivel del mar hasta 2.000 metros de altitud (Rodríguez *et al.*, 1983). Sin embargo, hay evidencia de que la distribución de la palma chilena comienza desde la Provincia del Elqui², en la Región de Coquimbo, debido a la existencia de ejemplares adultos. La mayor presencia de palmas se encuentra en la Región de Valparaíso en los sectores de Ocoa, Llay Llay, El Salto, Santos Ossa, Agua Santa, Las Siete Hermanas y Forestal Alto (Michea, 1992).

Estructuralmente los bosques de palma chilena tienden a ser multietáneos y multiestratificados y, desde el punto de vista de su regeneración, se asemeja a un monte alto irregular. Esta especie forma pequeñas agrupaciones denominadas "palmares", cercanas a la costa en las áreas septentrionales y en valles u hondonadas interiores de la costa en su distribución meridional (Donoso, 1981).

^{1, 2} Dr Luis González. Investigador en Hidrología Forestal y Desarrollo Forestal Comunitario. Académico del Departamento Gestión Forestal y su Medioambiente de la Facultad de Ciencias Forestales y Conservación de la Naturaleza. Universidad de Chile. Comunicación Personal, datos no publicados.

Respecto de su hábitat, la palma chilena en estado natural se presenta en un microclima con diferentes grados de influencia marina dentro del clima mediterráneo, abarcando sectores áridos, semiáridos y subhúmedos, en que son normales los períodos de sequía (González y Vita, 1987a). Es poco exigente con respecto a la calidad de los suelos, pudiendo crecer desde suelos planos de valles aluviales, arenosos, hasta laderas rocosas de fuerte pendiente (Angulo, 1985). No obstante, la palma chilena se desarrolla principalmente en suelos graníticos con presencia de maicillo³. Es la especie principal del Tipo Forestal Palma Chilena y se asocia a especies del Tipo Forestal Esclerófilo como *Lithraea caustica* (Mol.) Hook. et Arn. (Litre), *Cryptocarya alba* (Mol.) Looser (Peumo), *Quillaja saponaria* Mol. (Quillay), *Acacia caven* (Mol.) Mol. (Espino), *Peumus boldus* Mol. (Boldo) y *Maytenus boaria* Mol. (Maitén), dentro de las arbóreas de mayor importancia relativa (Gajardo, 1994).

1.1.3 Antecedentes de propagación

La germinación de la palma chilena es bastante lenta e irregular, por lo que es muy difícil obtener una alta tasa de germinación (González y Vita, 1987b). Su semilla en estado natural demora aproximadamente entre 1 y 2 años en germinar, siempre que exista un estrato superior que las proteja en sus primeros estados de desarrollo (Angulo, 1985). Diversos autores han presentado distintas experiencias con resultados dispares en el éxito de germinación.

Se han realizado ensayos de cultivo in vitro, con el objetivo principal de analizar las causas que impiden la germinación de la semilla de palma chilena. Yuri (1987), cultivó embriones extirpados en MS, líquido o sólido (con agar) adicionándole o no reguladores de crecimiento (NAA o BAP), a temperaturas de 25°C y 30°C. En los cultivos realizados en MS sin reguladores de crecimiento, un 58% de los embriones desarrollaron brote en un plazo de 30 días, un 8% sólo raíces y un 6% presentaron raíz y brote al mismo tiempo. Al adicionar carbón activado al medio de cultivo un 45% de los embriones desarrolló raíz. Posteriormente, al trasladarlos a medio sin carbón activado, la mitad de ellos emitieron brote. La temperatura de 30°C fue más adecuada para el desarrollo de los embriones que la de 25°C. Al trasplantar embriones germinados a un sustrato compuesto por arena-vermiculita, el 20% aún sobrevivía luego de siete meses. Los ensayos con embriones extirpados cultivados in vitro demostraron que los embriones absorben agua, se activan, y germinan rápidamente, por lo que la(s) barrera(s) a la germinación se ubicarían en otros tejidos (testa y/o endosperma) (Cabello, 1990a; Cabello, 1999).

Infante (1989) logró una capacidad germinativa de 68 % en seis meses. Este elevado porcentaje de germinación se logró sometiendo a los frutos maduros a una temperatura de

³ Dr Luis González. Investigador en Hidrología Forestal y Desarrollo Forestal Comunitario. Académico del Departamento Gestión Forestal y su Medioambiente de la Facultad de Ciencias Forestales y Conservación de la Naturaleza. Universidad de Chile. Comunicación Personal, datos no publicados.

30° C en bolsas de polietileno cerradas y sin sustrato. Cabello (1990a) logró una capacidad germinativa en vivero de 68,7% en 21 meses, no aplicando ningún tratamiento pre-germinativo. Cabello e Infante (1994) determinaron en tres ensayos diferentes que el contenido de humedad de la semilla aumenta a medida que la temperatura de remojo es más alta. También estos autores observaron que la latencia de la semilla no se encuentra relacionada con la capacidad que posee el embrión y endosperma para alcanzar los contenidos de humedad necesarios para poder germinar y que las cubiertas sólo retrasan el ingreso de agua.

Vega (2001) realizó un pre-tratamiento de semillas mediante el remojo durante 24 horas en ethrel (5.000 ppm). Posteriormente, las semillas fueron almacenadas en bolsas transparentes durante 20 días y sembradas en aserrín. Los resultados indican que la capacidad germinativa es de 6,33% en los 406 días de duración de la experiencia, mientras que al remojar las semillas en ethrel, a la misma concentración, pero almacenada durante 60 días en bolsas transparentes logró una capacidad germinativa de 5,67% en el mismo período antes mencionado.

1.1.4 Estado de conservación

Según el último listado terminado (noveno proceso) del Ministerio del Medio Ambiente (MMA) del año 2015, la palma chilena se encuentra en categoría de clasificación RCE vulnerable, Decreto RCE 51/2008 entre la Región de Coquimbo y la Región del Maule.

Según datos de CONAF (2011), un 59,9 % (429 ha) del Tipo Forestal Palma Chilena se encuentra protegido dentro del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE)

1.1.5 Siembra directa

La siembra directa es una técnica de reforestación versátil que puede utilizarse en la mayoría de los sitios y es propicia cuando las condiciones de acceso, de terreno y de suelo hacen que plantar sea una labor complicada. Además, puede ser utilizada en aquellos casos en que el suministro de semillas es reducido y el uso de métodos naturales es poco factible (Nyland, 2016). No obstante, la siembra directa no tendrá éxito si las condiciones ecológicas resultan inadecuadas para provocar la germinación y la supervivencia a largo plazo de una especie deseada (Nyland, 2016).

Considerando la fuerte alteración del hábitat natural (bosque esclerófilo) de la palma chilena en los últimos 30 años, el método de la siembra directa sería una buena alternativa para contribuir a su recuperación.

Con respecto a antecedentes de siembra directa, Alarcón y Vita (1992) establecieron ensayos de plantación y de siembra directa de palma chilena bajo protección de plantas nodrizas *Lithraea caustica* y *Quillaja saponaria* en la Hacienda Loncha, ubicada en la Comuna de Alhué. Ambos ensayos fueron sometidos a riego. Un año más tarde, la mortalidad en la plantación fue de sólo un 10,8%, con un claro efecto positivo del riego. En la siembra directa, en el transcurso del primer año no se observó germinación en las semillas testigo, pero sí germinaron las semillas que recibieron pre-tratamiento. Este pre-tratamiento consistió en colocar las semillas en bolsas de polietileno sin sustrato remojadas durante 72 hrs, a una temperatura de 30°C, durante un mes, en sitios de exposición sur de suelos graníticos. Los resultados mostraron que, transcurrido un año, habían sobrevivido un 89% de las plantas y un 10% de las casillas de siembra directa con semillas pre-tratadas germinaron, mientras que aquellas sin tratamiento aún no habían germinado. Esta experiencia es el único antecedente previo relativo a la aplicación de este método silvícola para la especie, lo que vislumbra la escasa información disponible respecto a la siembra directa con palma chilena.

1.1.6 Micrositios para la regeneración

Los micrositios son aquellos lugares en donde las semillas pueden germinar sobre un conjunto de condiciones ambientales adecuadas, que cumplan con las exigencias de una especie arbórea, para su posterior establecimiento y crecimiento (Harper *et al.*, 1965; Harper, 1977). Los micrositios pueden presentarse de muchas formas, tales como restos leñosos, sitios abiertos, troncos caídos y copas, además de montículos y hoyos de los árboles caídos, y estos pueden desempeñar un papel importante en el establecimiento de las plantas de regeneración en el bosque (Carlton y Bazzaz, 1998).

Sin embargo, existen circunstancias donde la disponibilidad de micrositios adecuados para la germinación y establecimiento de las plántulas es limitado. Las enormes reducciones de área basal, densidad y cobertura de dosel, cambian las condiciones de los rodales (específicamente del micrositio) y se hacen adecuadas para especies de rápido crecimiento, que dispersen sus semillas desde áreas aledañas y se establecieran de forma masiva (Bannister *et al.*, 2008). Esta consideración resulta fundamental al momento de sembrar, ya que se debe elegir los lugares más adecuados para asegurar la supervivencia y el buen desarrollo de las plantas (Vita, 1996).

Según Holl *et al.* (2000), la utilización de árboles remanentes como plantas nodriza son importantes para el establecimiento de plántulas de las especies de interés en su etapa inicial. Esta observación es similar a la que plantea Coello *et al.* (2015), que manifiesta que en terrenos áridos puede ser ventajoso utilizar hierbas o arbustos como plantas nodriza, que durante los primeros años pueden proteger a la plántula del exceso de radiación, la escasez de nutrientes y los depredadores. Las áreas de texturas rugosas tienen un efecto positivo para la germinación de semillas, debido a que por retienen la humedad del suelo por más tiempo y poseen un régimen de temperatura más adecuado con respecto a las superficies

lisas, mejorando el microhábitat para la semilla y facilitando el establecimiento de algunas especies (Evans y Young, 1972).

Según Michea (1992), la regeneración natural de la palma chilena se encuentra en mayor número en sectores protegidos y de difícil acceso, donde existe la cobertura vegetal necesaria para la primera etapa del desarrollo de la especie. En los sectores que fueron explotados, debido a la eliminación completa de la vegetación y residuos de explotación, no existe regeneración por la alteración del sitio. Se estima que los residuos forestales juegan un rol importante en la regeneración de distintas especies arbóreas. Así, en un suelo cubierto de residuos, la infiltración de la lluvia sea más efectiva y la pérdida por evaporación del agua acumulada es más lenta (Consigny, 1963).

Un antecedente interesante con respecto a la importancia del micrositio en palmeras es el que expone Giombini (2013) en su experiencia en la selva Paranaense del sur de Brasil. El autor registró la abundante presencia de semillas y plántulas de la palmera *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman (Pindó) en heces de Tapir (*Tapirus* sp), sobre letrinas en sectores protegidos por vegetación y con escasa perturbación antrópica. Sin embargo, por el contrario, no encontró regeneración natural de la especie en sitios inundables ni en áreas con evidente perturbación antrópica, concluyendo así que el micrositio podría definir el éxito del establecimiento de la plántula.

En el caso particular de la palma chilena, el micrositio debe considerar el tipo de suelo adecuado (graníticos), el grado de exposición (no directa) y la protección bajo dosel (plantas nodriza) (Campos, 1998).

1.1.7 Morfoanatomía de la semilla de palma chilena

La semilla de palma chilena se encuentra cubierta por un endocarpio sólido (Uhl y Dransfield., 1987). Dentro del endocarpio, la semilla de palma chilena tiene forma esférica y está constituida por una testa de color pardo rojizo, rugosa-estriada y delgada; con un endosperma esférico, estrechamente adherido a la testa, homogéneo, de color blanco, con una gran cavidad central; y un embrión diminuto, incluido en el ápice del endosperma frente al poro germinativo, pero de ubicación lateral en relación al eje central del fruto (Cabello, 1990), muy similar a la morfoanatomía de *Cocos nucifera* L. (Branton y Blake, 1983). En las Figuras 1 y 2 se aprecian ilustraciones de la morfoanatomía de la palma chilena y de *Cocos nucifera* L.

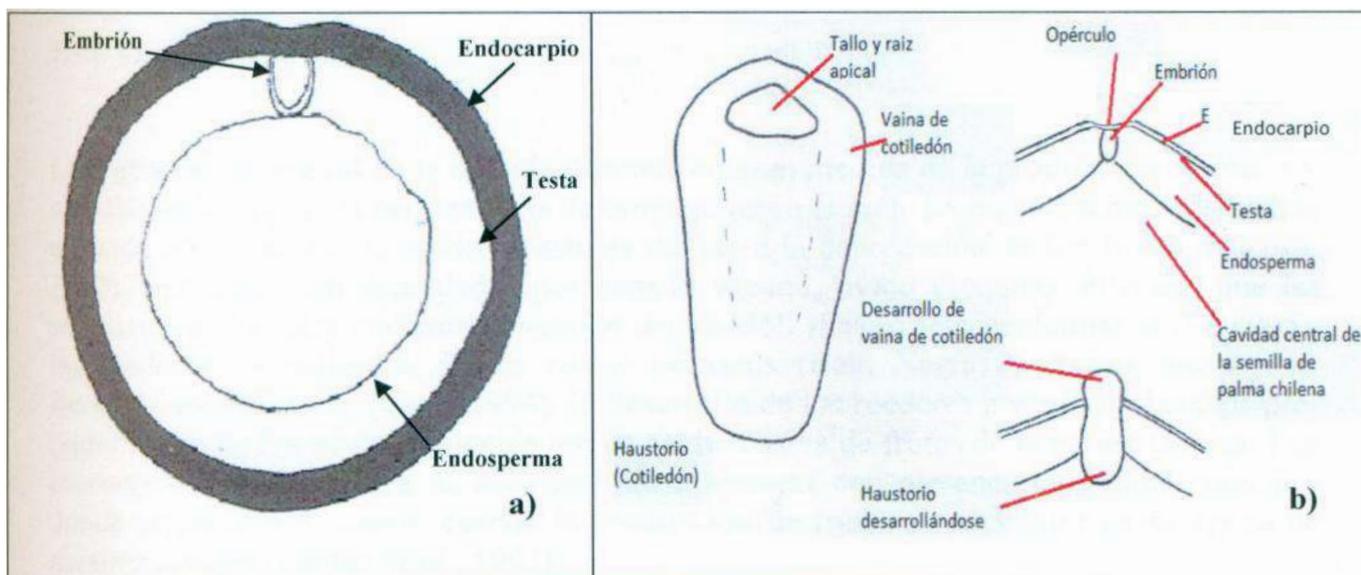


Figura 1. a) Morfoanatomía de semilla de palma chilena (Uhl y Dransfield., 1987); **b)** Representación de la anatomía del embrión de *Cocos nucifera* L. (Branton y Blake, 1983).

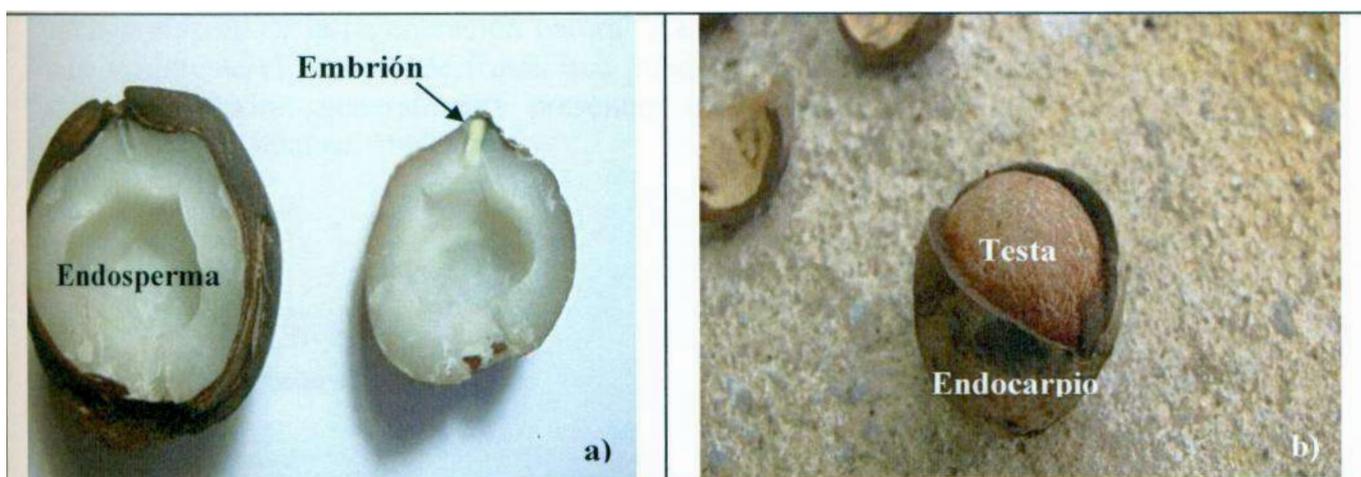


Figura 2. Morfoanatomía de semilla de palma chilena. a) Testa seccionada, evidenciando el embrión en el ápice del endosperma **b)** endocarpio removido, dejando al descubierto la testa.

Esta información es indispensable al momento de comprender el proceso de emergencia del embrión en la semilla de palma chilena. Sin embargo, no existe un protocolo de clasificación para la emergencia embrionaria de la especie. Por esta razón, en esta memoria de título se establecerá una pauta con categorías de clasificación que describan diferentes estados de emergencia en palma chilena.

1.1.8 Predación de frutos

La regeneración natural de la especie depende en gran medida de la producción de frutos y semillas, así como de la permanencia de propágulos en el área. La regeneración natural está afectada aún en sitios protegidos y esto es debido a la depredación de sus frutos (Michea, 1992). Los frutos son depredados por ganado vacuno, ovino y equino, mientras que las semillas por el roedor endémico *Octodon degus* Mol. (Degú) (Hechenleitner *et al.*, 2005), los roedores naturalizados *Rattus rattus* Linnaeus (Rata Negra) y *Rattus norvegicus* Berkenhout (Rata Gris) (Grau, 1994). El desarrollo de los roedores juveniles y la etapa pre-reproductiva de los adultos coincide con la caída masiva de frutos de la palma chilena. Los roedores expanden su área de actividad hacia sectores con presencia de palma chilena y donde predomine *A. caven*, cuando la producción de frutos se encuentra en su época de máximo apogeo (Zunino *et al.*, 1992).

Por otro lado, la palma chilena también sufre la extracción de semillas para el consumo humano, ya que su fruto se usa en el rubro de la confitería. La magnitud de este aprovechamiento no está documentada, pero se estima que afectaría negativamente al establecimiento de la regeneración natural. La extracción anual de “coquitos”, disminuiría casi totalmente el número de frutos que pueden transformarse en plántulas, razón por la cual los palmares generalmente presentan mayor cantidad de individuos senescentes (Muñoz, 1973; Michea, 1992).

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Evaluar una siembra directa de *Jubaea chilensis* (Mol.) Baillon. (palma chilena) en diferentes microsítios y evaluar distintos métodos de protección contra la predación de semillas en el sector de “La Hijuela Quinta”, de la Comuna de Chépica.

1.2.2 Objetivos específicos

- Identificar los microsítios más aptos para la realización de una siembra directa.
- Evaluar la emergencia de *Jubaea chilensis* posterior a la siembra directa en distintos microsítios.
- Evaluar métodos de protección en las semillas contra la predación en una siembra directa.

2. MATERIAL Y MÉTODO

2.1 Material

2.1.1 Ubicación área de estudio

El ensayo de la presente memoria de título se realizó en el sector “La Hijuela Quinta”, ex “El Almácigo” de la Comuna de Chépica, que está ubicada al interior del valle de Colchagua en la Región del Libertador General Bernardo O’Higgins, a 180 kilómetros al sur de Santiago, por la ruta 5 sur. A este sector se accede por el camino de San Fernando, Chimbarongo a Paredones, 25 kilómetros por camino pavimentado hasta Nancagua, luego 16 kilómetros de camino ripiado hasta Chépica y finalmente unos 20 kilómetros de camino de tierra. El lugar se ubica en quebradas y vallecitos orientados hacia el nororiente.

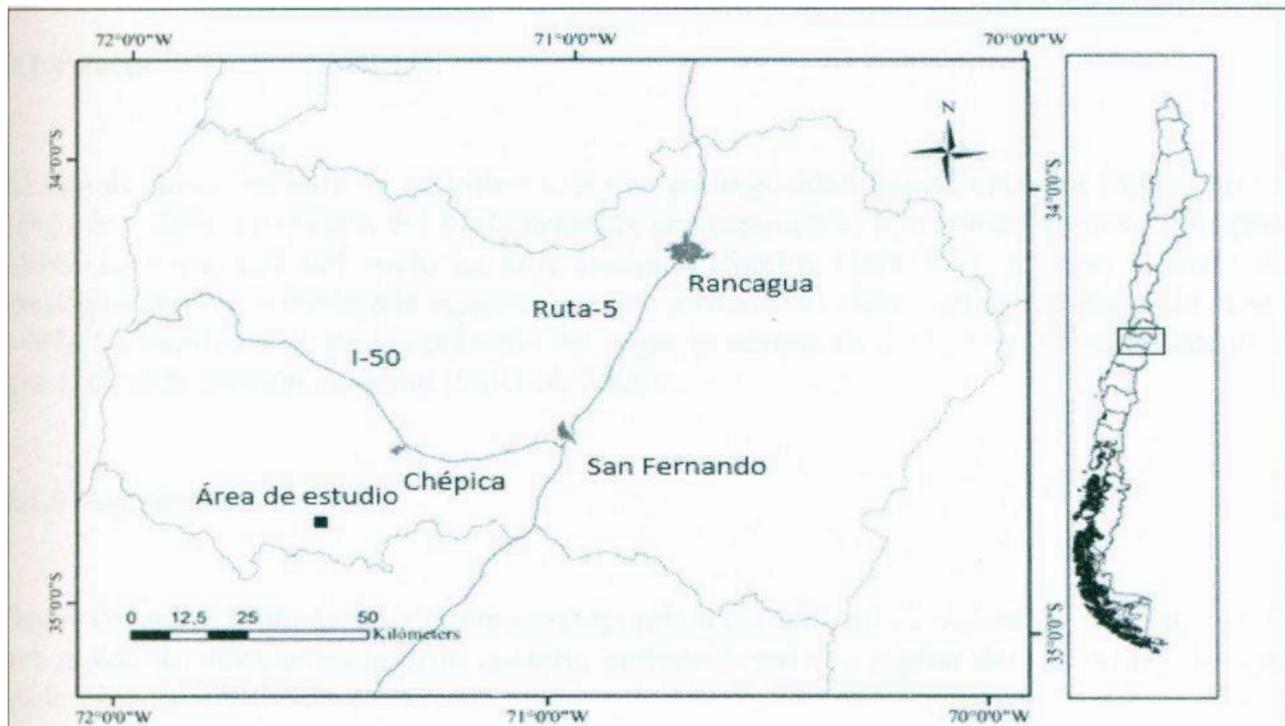


Figura 3. Mapa de Chile (2015) y ubicación del área de estudio, en el predio la Hijuela Quinta, Comuna de Chépica. Provincia de Colchagua Región del Libertador Bernardo O’Higgins.

2.1.2 Clima

Según la clasificación de Köppen, el clima del área de estudio corresponde al templado cálido, con lluvias invernales y estación seca prolongada. La precipitación media anual bordea los 641,9 milímetros. Las temperaturas del aire oscilan entre los 8°C y los 21,3° C, teniendo una media anual de 14,6°C (Uribe *et al.*, 2012).

2.1.3 Orografía

El área de estudio está ubicada geográficamente en la Cordillera de la Costa, extendiéndose entre quebradas y valles que comprenden un macizo formado por los cerros el Corral de Buitres (505 m.s.n.m), Los Gallinazos (710 m.s.n.m), Cerro Casa de Piedra (750 m.s.n.m) entre otros. El relieve es irregular con abundancia de quebradas, lomas y laderas. Las pendientes fluctúan en el rango de 5-60 % (Quappe, 1996).

2.1.4 Suelo

El tipo de suelo presente es granítico con una pedregosidad superficial que fluctúa en un rango de 5-25%. La textura del suelo presente corresponde al tipo franco-arenoso (Quappe, 1996). La capacidad del suelo es muy limitada (Suelos clase VII). El tipo y grado de erosión es laminar y moderada respectivamente a causa del efecto antrópico (Gajardo *et al.*, 1987). La fragilidad de suelos presente del lugar es severa, es decir, hay un riesgo latente a que el nivel de erosión aumente (CIREN, 2006).

2.1.5 Vegetación

Según Gajardo (1994) la vegetación corresponde a comunidad *J. chilensis* – *L. caustica*, la sub-región del bosque esclerófilo costero, perteneciente a la región del matorral y bosque esclerófilo.

2.1.6 Uso actual

El uso actual en el sector estudiado está enfocado a faenas como la cosecha de frutos de palma chilena para comercialización, producción de carbón de *A. caven*, agricultura y ganadería equina y ovina.

2.2 Método

2.2.1 Pre-tratamiento de semillas de palma chilena

Se realizó un pre-tratamiento germinativo a las semillas de palma chilena (del año) con el objeto de acelerar el proceso de germinación. Este pre-tratamiento consistió inicialmente en la limpieza de impurezas que se encuentran en la semilla y que podrían afectar la germinación. Esto se realizó manualmente mediante el uso de lavazas compuestas por una mezcla de agua y lavalozas casero, en una razón de 3:1.

Posterior a esta limpieza se realizó la hidratación de las semillas en recipientes de plástico durante tres días, cambiando el agua cada día para ayudar a la oxigenación del embrión. Transcurridos los tres días las semillas fueron depositadas en doble bolsa de polietileno y se amarraron firmemente para que los gases de germinación (etileno) quedaran sellados en la bolsa, para acelerar el proceso de germinación. Las bolsas se depositaron en una caja cubierta con una bolsa de polietileno negra, para impedir la entrada de luz por alguna abertura de la caja.

Finalmente, la caja fue llevada a una cámara de germinación, la que estaba regulada a una temperatura de 28°C, donde se mantuvieron por 8 semanas y con hidratación una vez por semana. Transcurrido este plazo de tiempo, se retiraron las semillas de la cámara de germinación y se trasladaron a terreno, para realizar la siembra directa en los micrositios seleccionados.

Paralelamente, con objeto de verificar la viabilidad de la semilla, se estableció una contramuestra con aplicación de riego en el vivero experimental de la Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza de la Universidad de Chile, Campus Antumapu. El sustrato de la contramuestra consistió en arena, tierra de hojas y tierra en proporciones iguales.

2.2.2 Identificación de micrositios aptos para la siembra directa

Se realizó una descripción de los micrositios donde crece palma chilena dentro del área de estudio, en dos sectores denominados (para efectos del muestreo) palmar 1 y palmar 2, ambos distribuidos en sectores planos o de pendiente suave. Para la descripción del micrositio, se consideró el sustrato presente y la presencia de especies nodriza. La metodología utilizada consistió en el establecimiento de una grilla de muestreo de dimensión de 70 x 84 metros, con 120 puntos de control equidistantes 7 metros entre sí (Figura 4).

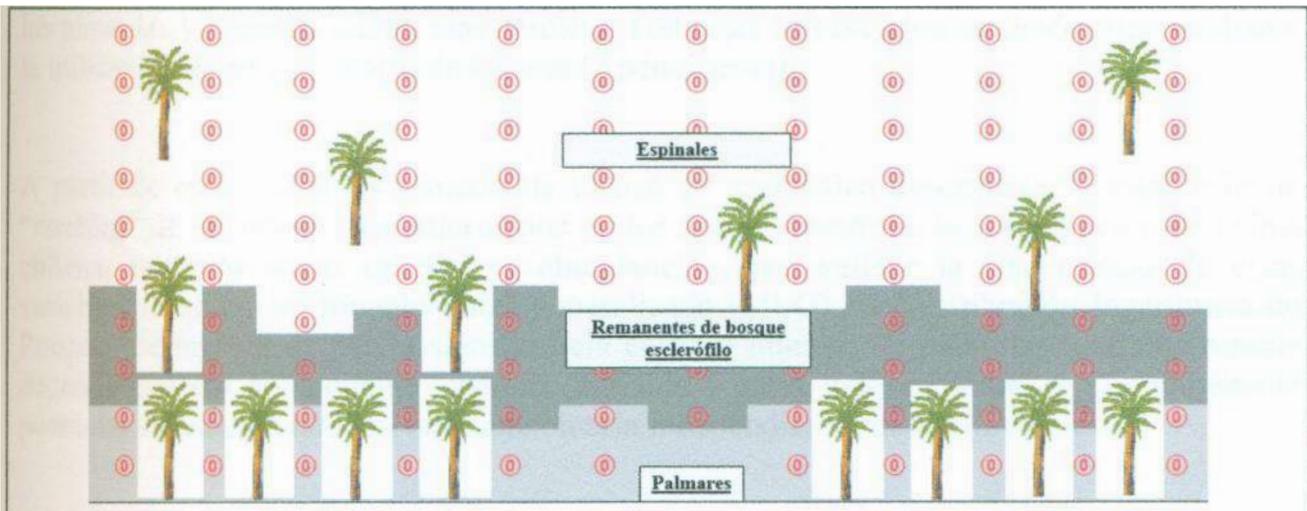


Figura 4. Esquema del diseño de la grilla, donde se presenta la disposición de los 120 puntos de control en cada sector con presencia de palmas.

Una vez delimitada la grilla, en cada punto de control se estableció una parcela de 4 m² (2x2 metros), la cual se dividió en cuatro cuadrantes de 1 m². La subdivisión de cuadrantes se realizó con el objetivo de caracterizar cada sector de la parcela, verificando también la posibilidad de encontrar un micrositio más pequeño en la parcela. A cada cuadrante se le asignó una letra (A, B, C, D) leída en orden de izquierda a derecha desde la parte superior, formando series identificables en la caracterización del punto de muestreo (Figura 5).

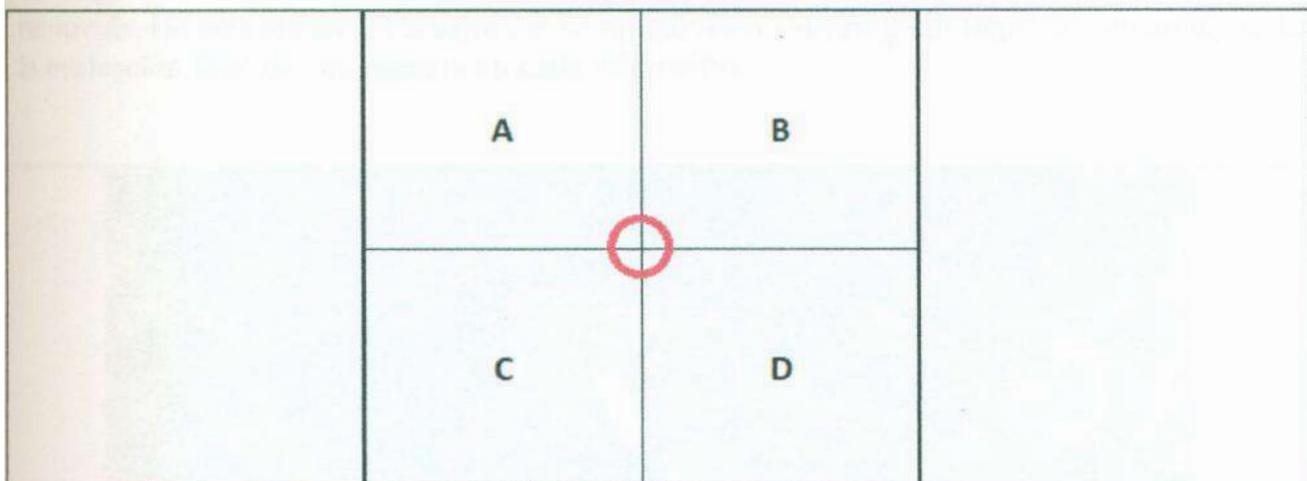


Figura 5. Esquema de división de parcelas en 4 cuadrantes de cada uno de los 120 puntos de control en cada sector con presencia de palmas.

En cada punto de muestreo se determinó la presencia y la densidad de plántulas de palma chilena, donde además se caracterizó el tipo y frecuencia relativa de sustratos (% de cuadrantes en que aparece). Además, se describió y caracterizó la potencial vegetación nodriza (especie y tipo biológico, altura promedio, altura de copa promedio, cobertura de copa promedio). También se determinó la pendiente y la distancia lineal (en rangos) entre

las plántulas y la palma adulta más cercana. Toda esta información se sistematizó mediante la utilización de un formulario de terreno (Apéndices (I)).

A partir de estas variables y mediante el uso de estadística descriptiva se estableció un “*ranking*” de los potenciales microsítios en los que se desarrolla la regeneración de palma chilena, teniendo como criterio su abundancia. Para validar la importancia de estas variables se utilizó un modelo lineal generalizado (MLG) con distribución logarítmica de Poisson, de manera de ver la significancia entre el número de plántulas (variable binaria dependiente) del componente sustrato (variable binaria independiente) y el componente potencial vegetación nodriza (variable binaria independiente) de los microsítios.

2.2.3 Siembra directa en los microsítios

Con base en los resultados del capítulo anterior, se seleccionaron los potenciales microsítios para la realización de la siembra directa. En cada microsítio se estableció un total de cuatro casillas con 20 repeticiones. En cada casilla se sembraron tres semillas, a 8 centímetros de profundidad y separadas entre sí 15 centímetros. Esto se realizó con el fin de evitar una eventual competencia por los recursos disponibles en la casilla. La separación entre casillas fue de 30 centímetros. En cada microsítio se colocó una estaca pintada con una cinta de color (Figura 6), con el fin de facilitar su reconocimiento en terreno. La ubicación de cada semilla en la casilla se marcó con una estaca de madera (20 centímetros de largo y 5 milímetros de diámetro) para posteriormente ser cubierta por la tierra removida. De esta manera, las semillas se mantuvieron sin riego durante 36 semanas, hasta la evaluación final de emergencia en cada microsítio.



Figura 6. Estaca con cinta de color señalando la ubicación de casillas en microsítio.

Para esta evaluación se determinó la emergencia a base del concepto de germinación. La germinación comienza con la elongación del eje embrionario, el cual absorbe agua y nutrientes en el transcurso de su desarrollo, finalizando con la emergencia de la radícula embrionaria a través de las cubiertas seminales (Hartmann y Kester, 1988; Willam, 1991).

En el caso de la palma chilena, la germinación es evidente cuando la elongación del embrión provoca el desprendimiento del opérculo del endocarpio, emergiendo al exterior la vaina cotiledonaria, o lígula (Cabello, 1990a). Esta definición, indica que el embrión debe emerger a través de la testa y el endocarpio para que la semilla sea considerada germinada. A partir de esta información se establecieron categorías para clasificar la emergencia en semillas de palma chilena, desarrolladas a partir de su nivel de emergencia en el ensayo.

2.2.4 Análisis estadístico de emergencia en micrositios

Dado que los datos obtenidos en el ensayo no presentaron una distribución normal (prueba de Shapiro-Wilks), se analizaron con la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis ($p < 0,05$) para determinar si existen diferencias significativas en la emergencia de semillas (UM) entre los distintos micrositios. Para la evaluación de viabilidad y de emergencia de semillas, se utilizó estadística descriptiva.

2.2.5 Evaluación de métodos de protección de semillas

La evaluación de los métodos de protección de semillas se realizó en un sector adyacente al área de los palmares, y de forma independiente al ensayo de siembra directa en los micrositios. El ensayo se estableció en un bosque de *A. caven* abierto sobre un estrato herbáceo semidenso dominado por gramíneas y forbias anuales (Figura 7a).

Para este ensayo, se definieron cuatro zonas de muestreo (Figura 8) a las que se les asignó un código de identificación (1-4). En cada una de las zonas de muestreo se establecieron en forma aleatoria cinco parcelas de 16 x 12 metros, con una separación de 3 metros entre sí. En cada parcela, se establecieron 12 casillas, con un espaciado de 4 x 3 metros. En cada una de las casillas se sembró una semilla de palma chilena a 8 centímetros de profundidad.

Cada parcela corresponde a cada uno de los siguientes métodos de protección (Tratamientos):

- T0: Semillas en casilla sin protección superficial (Figura 7b).
- T1: Semillas con hojarasca dentro de la casilla sin protección superficial (Figura 7c). La casilla es cubierta en su interior con hojarasca de vegetación nativa.
- T2: Semillas con protección superficial con malla de alambre. Para la protección superficial de la semilla en la casilla se utilizaron mallas de alambre hexagonal $\frac{3}{4}$ ". Las dimensiones de la malla son de 15x15 centímetros. La malla fue sujeta al suelo mediante ganchos de 10 centímetros de alambre número 12 galvanizado (Figura 7d).
- T3: Semillas con protección superficial con botellas plásticas en casilla. Para la protección superficial de la semilla en la casilla se utilizaron botellas de plástico desechables cortadas en la base (Figura 7e).
- T4: Semillas con protección superficial con hojas de palma. Para la protección superficial de la semilla en la casilla se utilizaron hojas de palma chilena caídas producto de la poda natural (Figura 7f).

Las semillas utilizadas para este ensayo corresponden al año 2013, las que fueron previamente sometidas a un análisis de flotabilidad para evaluar su viabilidad.

Las semillas del tratamiento testigo (T0), fueron reemplazadas periódicamente por semillas frescas, con el objeto de mantenerlas en condiciones deseables para los potenciales depredadores.

En cada una de las parcelas se evaluaron las siguientes variables durante el período de duración del ensayo (28 semanas), mediante un formulario de terreno (Apéndices (II)).

- Presencia de la semilla
- Presencia de daños en la semilla en la casilla
- Presencia del método de protección en el lugar establecido
- Presencia de daño en el método de protección



Figura 7. Tratamientos del ensayo de métodos de protección de semillas. **(a)** Formación vegetal de espino (*A. caven*), donde se estableció el ensayo de métodos de protección de semillas; **(b)** T0: Semillas en casilla sin protección superficial; **(c)** T1 Semillas con hojarasca dentro de la casilla sin protección superficial; **(d)** T2 Semillas con protección superficial por malla de alambre galvanizado; **(e)** T3 Semillas sin protección superficial y con protección de botellas plásticas en casilla; **(f)** T4 Semillas con protección superficial con hojas de palma chilena.

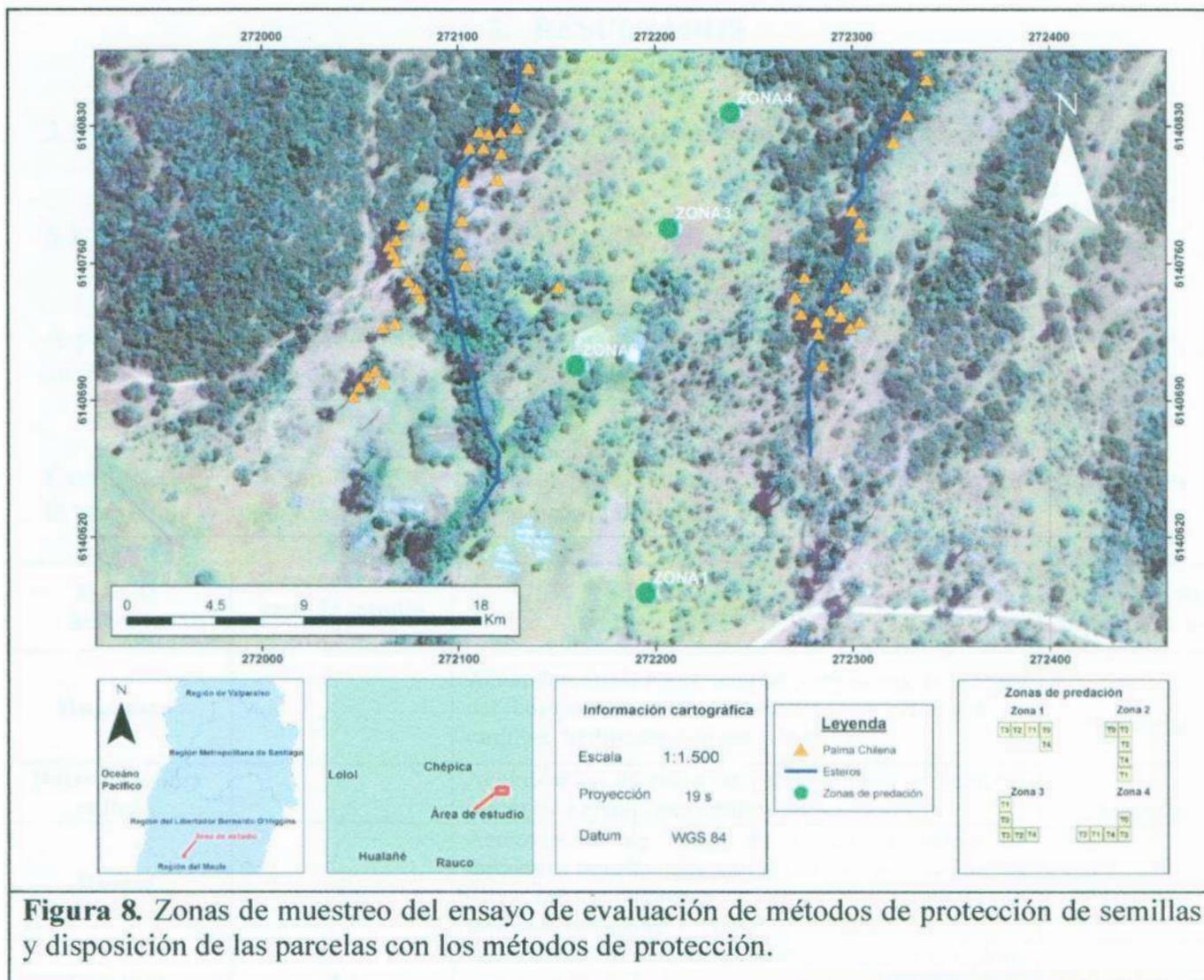


Figura 8. Zonas de muestreo del ensayo de evaluación de métodos de protección de semillas y disposición de las parcelas con los métodos de protección.

2.2.6 Análisis estadístico de los métodos de protección

Dado que los datos obtenidos en el ensayo no presentaron una distribución normal (prueba de Shapiro-Wilks), se analizaron con la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis ($p < 0,05$) para determinar si existían diferencias significativas en la desaparición y/o daño de semillas (UM) entre los distintos métodos de protección. Para la evaluación de las variables de interés (presencia de semilla, presencia de método de protección, daño en semilla y daño en método de protección) se realizó a través de estadística descriptiva.

3. RESULTADOS

3.1 Micrositios aptos para la siembra directa de semillas de palma chilena

3.1.1 Sustratos presentes en el área de estudio

A partir del muestreo realizado se determinaron en total 12 sustratos en el área de estudio, en 7 de los cuales se determinó la presencia de plántulas de palma chilena. (Cuadro 1).

Cuadro 1. Proporción de los distintos tipos de sustratos presentes en el área de estudio, con la presencia o ausencia de plántulas de palma chilena.

Tipo de Sustrato	Frecuencia en área de estudio (%)	Descripción	Plántulas de palma chilena
Hojarasca	13,9	Acumulación de hojas semidescompuestas de árboles del bosque esclerófilo. A veces con presencia de ramillas, herbáceas, hongos y briófitas.	Presencia
Hojas de palma chilena	1,5	Acumulación de hojas de palma chilena en sectores cercanos a ejemplares adultos de la especie.	Presencia
Ramas	10,6	Acumulación de ramas de vegetación nativa de diferentes tamaños que van desde un rango desde los 0,1-5 cm de diámetro. A veces con presencia de briófitas, herbáceas y hojarasca.	Presencia
Helechos	8,1	Suelo cubierto con una abundante estrata de helechos, con presencia de briófitas y hongos en sectores de alta humedad.	Presencia
Herbáceas	18,9	Estrata herbácea de monocotiledóneas y dicotiledóneas.	Presencia
Suelo de borde de bosque	7,0	Suelo adyacente al bosque, con un grado de compactación leve-moderado, con contenidos de humedad y hojarasca irregulares dependiendo de la cobertura vegetal.	Presencia
Suelo de interior de bosque	6,5	Suelo en bosques, con poca compactación y gran contenido de humedad. Presencia de hojarasca, briófitas y hongos en algunos casos.	Presencia
Corteza	4,3	Acumulación de corteza de diferentes tamaños. Algunas veces con presencia de ramas y/o hojarasca	Ausencia
Madera en descomposición	3,9	Restos de madera podrida asociada a hojarasca, macromicetes y ramas.	Ausencia
Briófitas	9,3	Suelos dominados sólo por musgos y hepáticas, con gran contenido de humedad.	Ausencia
Heces de ganado	8,6	Acumulación de heces de ganado equino y/o bovino.	Ausencia
Suelo de pradera	7,5	Suelo con un grado de compactación alto, con abundante presencia de fecas de ganado, rocas y algunas herbáceas.	Ausencia

Los sustratos más frecuentes en el área de estudio correspondieron a herbáceas, hojarasca, ramas y briófitas, los que abarcan en conjunto un 52,7 % de la superficie muestreada.

La presencia de plántulas está principalmente asociada a sectores con abundante cantidad de hojarasca y ramas, así como también en suelo con un bajo grado de compactación. También se observó presencia de plántulas desarrollándose sobre hojas de palma chilena con un avanzado grado de descomposición depositadas en el suelo, producto de la poda natural de la especie.

Por otro lado, no se observó presencia de plántulas en aquellos sectores donde la cubierta vegetal estaba dominada por briófitas y por desechos vegetales leñosos, como madera en descomposición y cortezas, así como también en sectores desprovistos de vegetación, donde había abundancia de heces de ganado, rocas y suelo compactado.

3.1.1.2 Densidad de plántulas según sustrato

El número de plántulas de palma chilena es bajo en todos los sustratos en que la especie está presente, por lo que la densidad de plantas se calculó cada 100 m² (Figura 9).

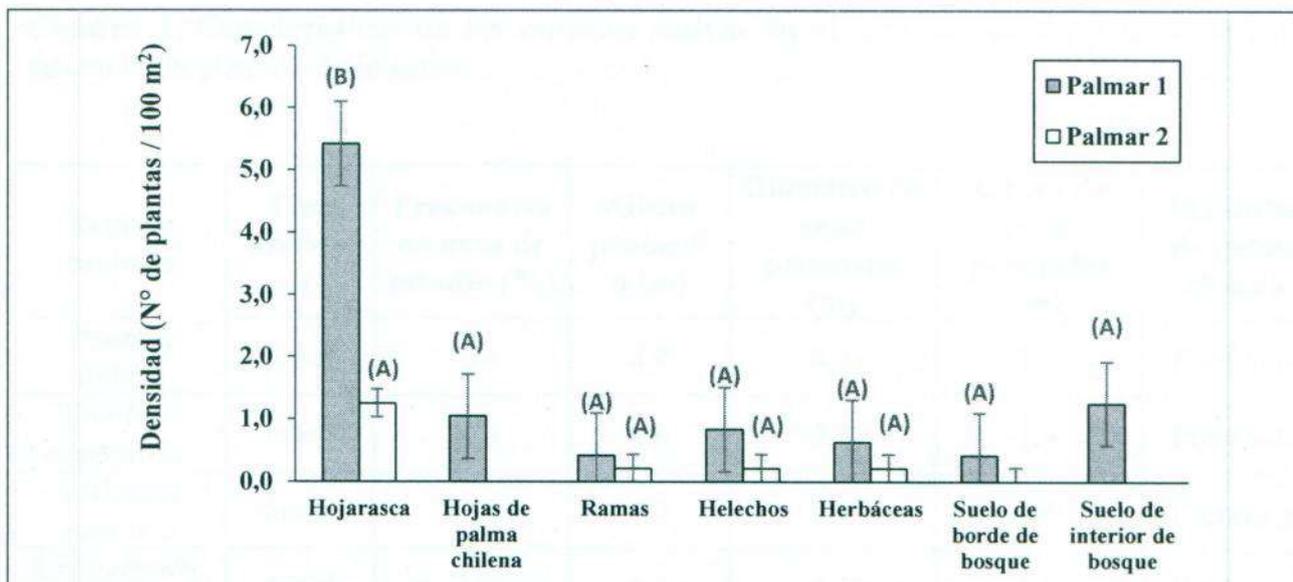


Figura 9. Densidad de palma chilena (n° plantas/ 100 m²), según sustrato en cada palmar estudiado. Los sustratos que presentan una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Los sustratos que presentaron mayor cantidad de plántulas en el palmar 1 corresponden a hojarasca (5,4 pl./ 100 m²), hojas de palma chilena (1,0 pl./ 100 m²), helechos (0,8 pl./ 100

m²) y suelo de bosque interior (1,3 pl./ 100 m²). En contraste, los sustratos en los que se encontró menor número de plántulas fueron ramas (0,4 pl./ 100 m²), herbáceas (0,6 pl./ 100 m²) y suelo levemente compactado (0,4 pl./ 100 m²) (Figura 11). Sólo la cantidad de plántulas sobre hojarasca se diferencia significativamente ($p < 0,05$; $X^2 = 68,12$; $gl = 6$) del resto de los sustratos.

El sustrato que presenta mayor cantidad de plántulas en el palmar 2, fue la hojarasca (1,3 pl./ 100 m²), seguido de los sustratos ramas (0,2 pl./ 100 m²), helechos (0,2 pl./ 100 m²), herbáceas (0,2 pl./ 100 m²). A diferencia de lo observado en el palmar 1, no se encontró presencia de plántulas en los sustratos hojas de palma chilena, suelo no compactado y suelo de bosque exterior. No se presentan diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los sustratos.

3.1.2 Vegetación nodriza

3.1.2.1 Presencia de potencial vegetación nodriza

Se determinaron ocho especies nativas en el área de estudio, bajo cinco de las cuales, se determinó la presencia de plántulas (Cuadro 2).

Cuadro 2. Características de las especies nativas en el área de estudio y la presencia o ausencia de plántulas bajo estas.

Espece nodriza	Tipo biológico	Frecuencia en área de estudio (%)	Altura promedio (m)	Diámetro de copa promedio (m)	Altura de copa promedio (m)	Plántulas de palma chilena
<i>Peumus boldus</i>	árbol	10,3	4,4	4,4	1,7	Presencia
<i>Quillaja saponaria</i>	árbol	10,4	4,6	3,3	1,4	Presencia
<i>Lithraea caustica</i>	árbol	10,0	4,2	4,3	1,6	Presencia
<i>Crinodendron patagua</i>	árbol	2,9	4,6	4,1	1,8	Presencia
<i>Baccharis linearis</i>	arbusto	6,3	1,5	0,6	0,4	Presencia
<i>Maytenus boaria</i>	árbol	2,9	3,7	2,3	1,3	Ausencia
<i>Acacia caven</i>	árbol	9,2	2,1	2,1	0,8	Ausencia
<i>Retanilla trinervia</i>	arbusto	2,9	1,6	0,8	0,5	Ausencia

Las especies nativas leñosas más frecuentes en el área de estudio fueron *P. boldus*, *Q. saponaria*, *L. caustica* y *A. caven*, las que abarcaron el 40,0 % de la superficie muestreada. La presencia de plántulas se observó mayoritariamente bajo la cobertura de *Crinodendron patagua* Mol. (Patagua) (43,9 %), encontrándose en menor cantidad bajo la cobertura de otras especies como *P. boldus* (21,1 %), *Q. saponaria* (12,3 %), *L. caustica* (15,8 %) y *Baccharis linearis* (Ruiz & Pav.) Pers. (Romerillo) (7,0 %). La ausencia de plántulas fue total bajo la cobertura de *A. caven*, *M. boaria* y *R. trinervia* en ambos palmares.

3.1.2.2 Densidad de plántulas bajo potencial vegetación nodriza

La densidad de plántulas bajo la potencial vegetación nodriza no presenta diferencias significativas ($p > 0,05$).

En el palmar 1, las especies que bajo su cobertura presentaron mayor cantidad de plántulas fueron *Crinodendron patagua* (5,2 pl./ 100 m²) y *P. boldus* (2,5 pl./ 100 m²). Otras especies nodriza en las que se identificó presencia de plántulas, pero en menor cantidad que las anteriormente mencionadas, fueron *L. caustica* (0,8 pl./ 100 m²), *Baccharis linearis* (0,8 pl./ 100 m²) y *Q. saponaria* (0,6 pl./ 100 m²) (Figura 10).

En el palmar 2, las especies que presentaron plántulas bajo su cobertura fueron *L. caustica* (1,0 pl./ 100 m²) y *Q. saponaria* (0,8 pl./ 100 m²). A diferencia de lo observado en el palmar 1, no se encontró presencia de plántulas en las especies *C. patagua*, *P. boldus* y *B. linearis* (Figura 10).

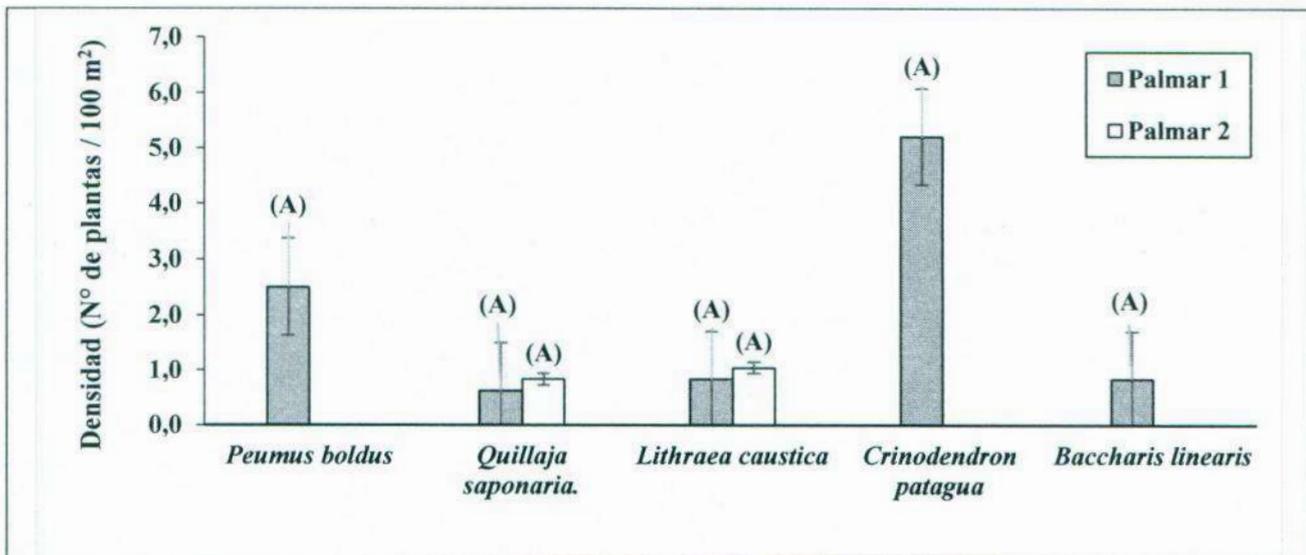


Figura 10. Densidad de palma chilena (N° plantas/ 100 m²), según especie acompañante en cada palmar estudiado. Las especies que presentan una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

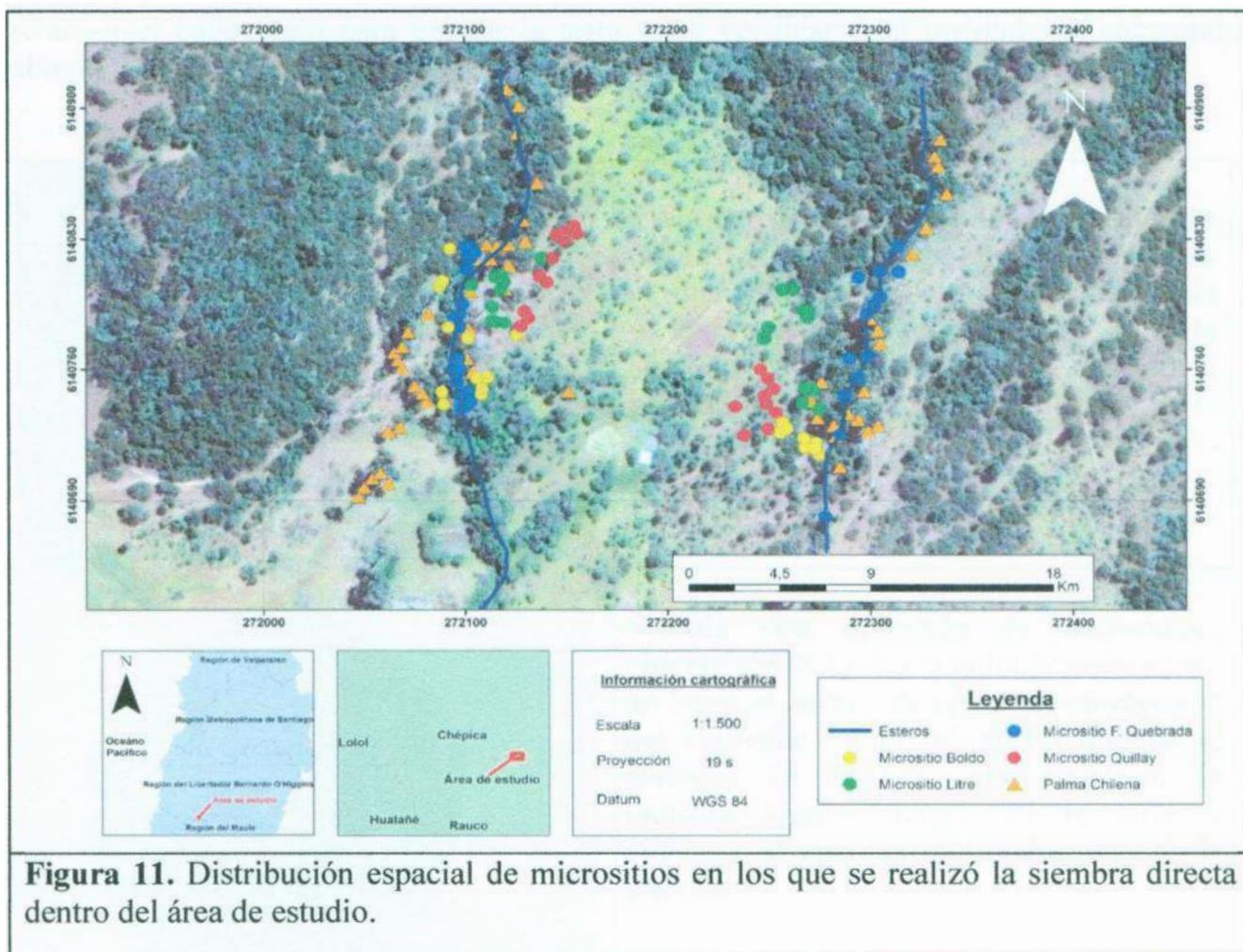
Considerando la abundancia de la regeneración de palma chilena, se determinó que los micrositios con potencialidad de ser aptos para el establecimiento y desarrollo de las plántulas de palma chilena son zonas cubiertas por el sustrato de hojarasca. Esta hojarasca es aportada por los estratos arbóreos de *P. boldus*, *Q. saponaria*, *L. caustica* y *C. patagua*, mientras que en los estratos arbustivos en *B. linearis*. Además, se observó que las plántulas de palma chilena se establecen en sectores planos o con pendiente suave y a escasa distancia de una palma adulta (Apéndices (III)).

Por otro lado, los resultados del análisis de MLG indican que la presencia de plántulas de palma chilena sobre el sustrato hojarasca (B= 1,674; Error estándar= 0,445; Estadístico de Wald= 14,16; $p= 0,000$) y en las inmediaciones de la especie *C. patagua* (B= 1,427; Error estándar= 0,455; Estadístico de Wald= 9,86; $p= 0,002$) es significativamente relevante.

3.2 Siembra directa en micrositios

Con base en los resultados obtenidos en el punto anterior, los micrositios seleccionados para la realización de la siembra directa fueron los que se presentan a continuación y los que se observan en la Figura 11:

- Bajo cobertura arbórea de *P. boldus* (BCPB)
- Bajo cobertura arbórea *Q. saponaria* (BCQS)
- Bajo cobertura arbórea *L. caustica* (BCLC)
- En fondo de quebrada con vegetación hidrófila (FQVH)



3.3 Emergencia en los micrositios

Basándose en las categorías de clasificación de emergencia desarrollada en la Figura 12, se realizó la evaluación de emergencia en micrositios siguiendo un orden específico.

Primero se contabilizaron aquellas semillas que dieron origen a una plántula, señal de que se estableció en el micrositio (PLES). Posteriormente se abrieron las casillas donde se realizó la siembra directa, con el objetivo de extraer las semillas que no dieron origen a plántulas. De las semillas extraídas se contabilizaron a aquellas que presentaron radícula y las que presentaron el opérculo de endocarpio abierto (SOEA).

A las semillas con opérculo de endocarpio cerrado se les realizó un análisis de flotabilidad en agua, para comprobar si mantenían su viabilidad. Se consideraron como semillas viables aquellas que precipitaron hacia el fondo del recipiente y como no viables a aquellas que flotaron en la superficie del agua. Finalizado el análisis de flotabilidad, se procedió a

remover el endocarpio para extraer la testa y así verificar si el opérculo se encontraba abierto (SOECTA).

	<p>Plántula de palma chilena establecida (PLES). La semilla germinó con éxito en el micrositio, logrando el anclaje de la raíz y la emergencia del cotiledón para la aparición de la primera hoja durante el período del ensayo.</p>
	<p>Semilla con opérculo de endocarpio abierto (SOEA). La semilla germinó, pero no logró el anclaje de raíz ni la emergencia del cotiledón en el micrositio durante el período del ensayo. Sin embargo, la radícula logró emerger de la testa y atravesar el opérculo del endocarpio de la semilla.</p>
	<p>Semilla con opérculo de endocarpio cerrado y opérculo testa abierto (SOECTA). La semilla no logró germinar en el micrositio, ni atravesar el opérculo del endocarpio durante el período del ensayo. Sin embargo, el embrión rompió el estado de latencia, provocando la emergencia de la radícula a través del opérculo de la testa.</p>

Figura 12. Categorías para clasificar la emergencia en semillas de palma chilena, desarrolladas a partir de su nivel de emergencia en el ensayo.

En la figura 13 se presenta la Emergencia (%) según categorías establecidas en cada uno de los microsítios.

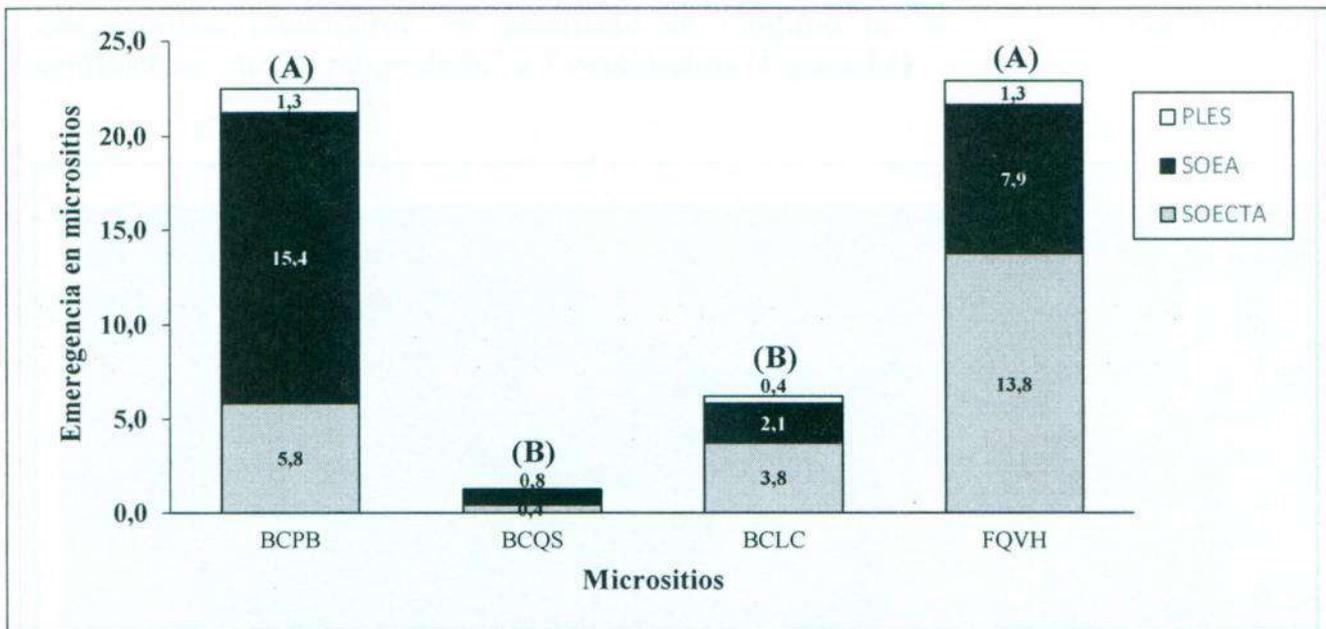


Figura 13. Emergencia (%) según categorías establecidas en cada uno de los microsítios (PLES: Plántulas establecidas; SOEA: Semillas con opérculo de endocarpio abierto; SOECTA: Semillas con opérculo de endocarpio cerrado y opérculo de testa abierto). Los microsítios que presentan una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

De las 960 semillas sembradas en los cuatro microsítios escogidos, sólo el 13,1 % rompió el estado de latencia. La emergencia se produjo mayoritariamente en los microsítios fondo de quebrada y bajo cobertura de *P. boldus* (23 % y 22,5 % respectivamente), diferenciándose significativamente ($p < 0,05$; $X^2 = 40,39$; $gl = 3$) de los microsítios bajo cobertura de *L. caustica* y de *Q. saponaria*, los que presentaron menores niveles de emergencia en términos generales (6,3 % y 1,2 % respectivamente).

Plántulas establecidas (PLES)

El 0,7% de las semillas logró establecerse como plántula. La longitud de las hojas de las plántulas oscilaba entre 10 a 17 centímetros, no evidenciándose daño durante el período del ensayo.



Semillas con opérculo de endocarpio abierto (SOEA)

El total de semillas que presentó la categoría SOEA, representan el 6,5% del total de la muestra. Las semillas presentaron un desarrollo en longitud promedio de la radícula de 2,4 centímetros, con un rango de 0,2 a 7 centímetros (Figura 14).



Figura 14. Semillas de palma chilena con opérculo de endocarpio abierto con emergencia de radícula.

Semillas con opérculo de endocarpio cerrado y opérculo de testa abierto (SOECTA)

Las semillas con opérculo de endocarpio cerrado sometidas al análisis de flotabilidad revelan que el 15,3 % de éstas se encontraban aún viables al finalizar el ensayo (Cuadro 3).

Cuadro 3. Viabilidad de semillas de terreno una vez finalizado el ensayo.

Micrositio	Total de semillas	Semillas viables	Semillas inviables	% viables
BCPB	200	27	173	13,5
BCQS	238	23	215	9,7
BCLC	235	13	222	5,5
FQVH	218	15	203	6,9

Al abrir las semillas, y segmentar la testa extraída del endocarpio, se evidenció que el endosperma de las semillas viables mantenía la coloración blanquecina, rasgo característico de las semillas de palma chilena. Por el contrario, las semillas inviables presentaban una coloración grisácea con escasos tintes blanquecinos, revelando un avanzado estado de deshidratación (Figura 15). El total de semillas que presentó la categoría SOECTA, representan el 5,9 % del total de la muestra.



Figura 15. Comparación del colorido de la testa segmentada de semillas viables (abajo) e inviables (arriba) de palma chilena, debido a distintos niveles de hidratación.

3.4 Evaluación de métodos de protección en semillas

En general, en todos los métodos de protección hubo escasa remoción de las semillas presentes en las casillas durante el período del ensayo (28 semanas), no existiendo diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los tratamientos (Figura 16).

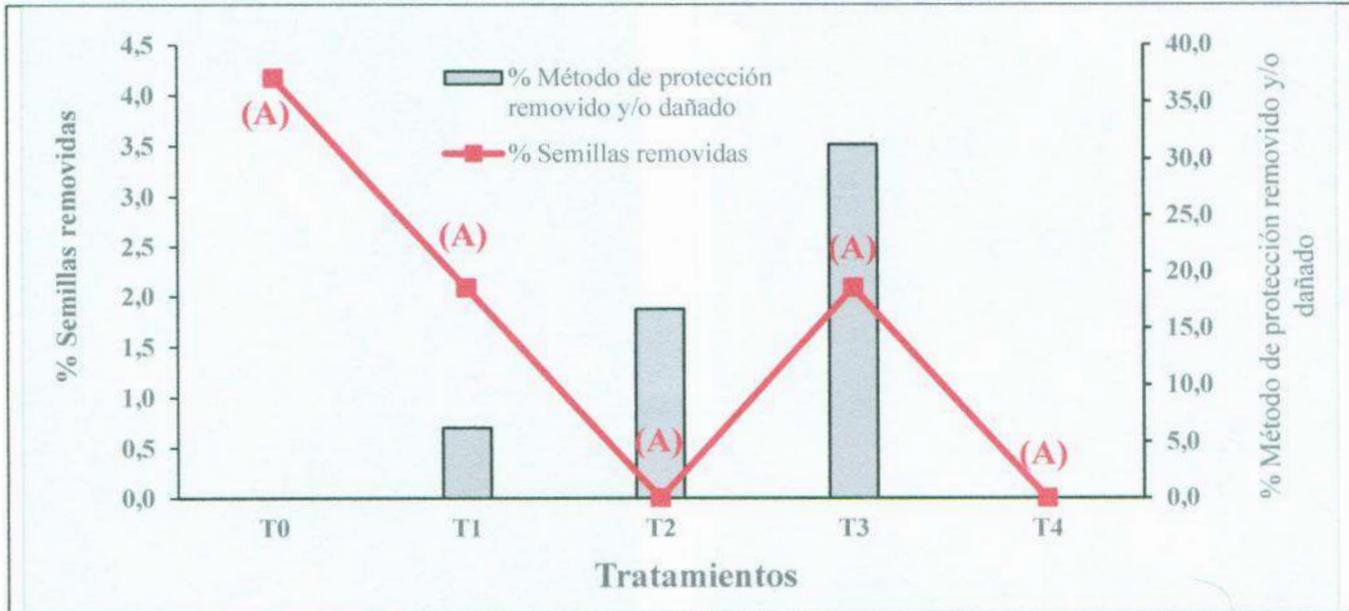


Figura 16. Frecuencia (%) de semillas removidas y de métodos de protección removidos y/o dañados. T0: semillas en casilla sin protección superficial; T1: semillas con hojarasca dentro de la casilla; T2: semillas con protección superficial con malla de alambre; T3: semillas con protección superficial con botellas plásticas; T4: semillas con protección superficial con hojas de palma. El % de semillas removidas con letras similares no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Sin embargo, en la Figura 16 se observa que existe una tendencia que indica que la remoción de semillas ocurrió, mayoritariamente en T0 (semillas en casilla sin protección superficial) con un 4,2 %, seguido de T1 (semillas con hojarasca dentro de la casilla sin protección superficial) con un 2,1 % y T2 (semillas con protección superficial con malla de alambre) con un 2,1 %, mientras que en T3 (Semillas con protección superficial con botellas plásticas en casilla) y T4 (semillas con protección superficial con hojas de palma) no hubo ausencia de semillas.

Los métodos de protección que presentaron remoción de la casilla o daño fueron T2 (16,7 %) y T3 (31,3 %), principalmente por pisadas y patadas de caballos que transitaban por el ensayo. En el método T1 se observó remoción de hojarasca (6,3 %), mientras que en T4 no se observó remoción o daño durante el período que duró el ensayo.

En la Figura 17 se puede apreciar algunos de los métodos de protección dañados y removidos. En todas las zonas que se estableció el ensayo de predación también se observó la presencia de fecas de fauna del sector que transitó por el área de estudio, correspondiendo principalmente a lagomorfos y caballos (Figura 18).



Figura 17. (a) Método de protección de T3 dañado por pisoteo de caballo en la casilla; **(b)** Método de protección de T1 removido de su casilla; **(c)** Método de protección de T3 removido de su casilla; **(d)** Método de protección de T2 dañado por caballo en su casilla.

4. DISCUSIÓN

4.1. Micrositios aptos para la siembra directa

Se determinaron como micrositios aptos para la siembra directa a bajo cobertura de *P. boldus* (BCPB), bajo cobertura de *Q. saponaria* (BCQS), bajo cobertura de *L. caustica* (BCLC) y fondo de quebrada con vegetación hidrófila (FQVH). Estos micrositios aportan de manera constante hojarasca como sustrato y proporcionan protección a las plántulas del viento y la exposición directa al sol.

La hojarasca (13,9 %) es aportada por árboles nativos aislados o en grupo presentes en el sector. Este recurso natural no solo es valioso por el aporte de nutrientes y la retención de humedad, sino porque también contribuye al ocultamiento de la semilla de los depredadores (Dalling, 2002). Los árboles también aportan como sustrato a ramas (10,6 %), en el que también se observó presencia de plántulas, pero en menor cantidad que el sustrato hojarasca (P1: 0,4 pl./ 100 m² y P2: 0,2 pl./ 100 m²).

El sustrato de herbáceas abarcó un 18,9 %, siendo más abundante que el sustrato hojarasca (13,9 %) en el área de estudio. Sin embargo, se encontraron pocas plántulas en este sustrato (P1: 0,6 pl./ 100 m² y P2: 0,2 pl./ 100 m²). En los sectores dominados por herbáceas, las agrupaciones arbóreas son escasas, limitándose a la presencia de pequeños árboles aislados o ausencia total de estos.

Otro sustrato identificado en el área de estudio fue las hojas de palma chilena (1,5 %), donde se observó presencia de plántulas (P1: 1,0 pl./ 100 m² y P2: 0). La poda natural de esta especie, permitiría que algunas semillas de palma chilena dispersadas en las inmediaciones al árbol madre, quedaran cubiertas por sus hojas, generando un ambiente propicio para su germinación.

Se observó también la presencia de plántulas sobre estrata de helechos (8,1 %), la que se encontraba cercana a pequeños esteros o escorrentías permanentes o temporales, donde la vegetación arbórea era más exuberante. No obstante, no puede atribuirse exclusivamente la presencia de plántulas a este sustrato (P1: 0,8 pl./ 100 m² y P2: 0,2 pl./ 100 m²). La presencia de este sustrato, al igual que briófitas (9,3 % y sin regeneración), depende fundamentalmente de la existencia de cobertura arbórea y de las escorrentías. Esto se comprobó en el período estival donde estos sustratos fueron afectados por la ausencia de agua en los esteros.

El grado de compactación del suelo podría influir en el desarrollo de la palma chilena, ya que no se identificó la presencia de plántulas en suelo de pradera (7,5 %). En contraste, sólo

se observaron plántulas en el P1, con una densidad de 1,3 pl./ 100 m² en suelo interior de bosque y 0,4 pl./ 100 m² en suelo de borde de bosque.

La presencia de cobertura vegetal sería fundamental para el desarrollo y protección de la palma chilena en sus estados iniciales. Así, dentro de los remanentes de bosque esclerófilo, la regeneración de palma chilena se encontró mayoritariamente bajo *P. boldus* y *C. patagua* y en menor medida bajo *Q. saponaria*, *L. caustica* y *B. linearis*.

El alto número de plántulas de palma chilena encontradas en cercanía y bajo la cobertura de *C. patagua* contrasta con su baja extensión en el área de estudio (2,9 %), la que se encontraba muy localizada en sectores de quebrada. Esto podría indicar que las condiciones ambientales de quebrada son más relevantes para la existencia de la especie que la presencia de *C. patagua*.

La vegetación hidrófila en la quebrada permite la acumulación hojarasca y ramas bajo dosel, provocando que la infiltración sea más efectiva y que la pérdida por evaporación del agua acumulada sea más lenta (Consigny, 1963). El entrecruzamiento de copas genera condiciones de luminosidad tenue, evitando una fuerte exposición a la luz de la regeneración natural en sus estados iniciales. La regeneración de palma chilena se encuentra mayoritariamente en sectores protegidos y de difícil acceso, donde existe la cobertura vegetal necesaria para su protección (Michea, 1992).

La presencia de semillas y plántulas de palma chilena también se observó bajo la cobertura del arbusto *B. linearis*, cuando éste se desarrollaba alrededor de palmas adultas que se encontraban aisladas o un grupo. A pesar de que esta especie aporta escasa hojarasca al suelo, al caer la semilla bajo la cobertura de estos arbustos (agrupados), se podría facilitar el establecimiento de la palma chilena.

La ausencia de plántulas de palma chilena fue total en sectores abiertos que habían sido intensamente alterados por efecto antrópico. En estos sectores el suelo presenta un alto grado de compactación, abundante presencia de heces de ganado y la vegetación dominante del paisaje correspondía a un bosque abierto de *A. caven*, con presencia de vegetación arbustiva como *R. trinervia* y *B. linearis*. Esta observación coincide con la de Michea (1992) y Campos (1998), que indican que no existe regeneración natural de palma chilena en sectores donde hubo una alta alteración del sitio, debido a la eliminación completa de la vegetación y de los residuos de explotación en las zonas adyacentes a los palmares.

El área de estudio está representada por sectores planos o de escasa pendiente. Las características del relieve y la morfoanatomía de la semilla de palma chilena podrían incidir en la distribución de la especie en el área de estudio. Esto se corroboraría con lo observado en la prospección, donde el 75% de la regeneración se encontró a menos de 10 metros de la

palma chilena adulta más cercana, siendo escasa a una distancia superior a los 30 metros (Apéndices (III)). Además, el 91,2 % de regeneración se distribuía en terrenos con pendientes que oscilan entre 0-10 %, siendo escasa en pendientes que oscilan entre 15-35 % (Apéndices (III)). Esto podría indicar que en sectores planos la palma chilena se establecería a corta distancia del árbol semillero, por lo que la presencia de vegetación nodriza adyacente sería relevante para establecimiento de la regeneración.

4.2 Evaluación de la emergencia de semillas en los micrositios seleccionados

En un período de 36 semanas, la emergencia de semillas fue mayor en el micrositio FQVH (23 %), seguido muy de cerca por BCPB (22,5 %). Los micrositios BCLC y BCQS presentaron los menores porcentajes de emergencia, con un 5,8 % y 1,4 % respectivamente. De las 960 semillas sembradas, 126 rompieron el estado de latencia, lo que equivale a un 13,1 % del total de la muestra, donde el 7,2% germinó y el 0,7 % se estableció como plántula. En la contramuestra instalada en el vivero del campus Antumapu, el 75 % de las semillas rompió el estado de latencia, donde el 58,3 % finalizó el proceso de germinación y el 17,9 % logró establecerse como una plántula. Esto comprueba que las condiciones de terreno eran más desfavorables para que las semillas rompieran el estado de latencia.

La siembra directa se efectuó en el mes de agosto de 2014 y se evaluó en el mes de abril de 2015. Una variable de relevancia al momento de justificar los valores de terreno, son las precipitaciones y la disponibilidad de agua. La pluviometría entre otros factores, pudo tener influencia directa en el éxito de la germinación y en el establecimiento de las plántulas en los micrositios. Los datos pluviométricos de la estación meteorológica más cercana al área de estudio⁴, señalan que en el año 2014 precipitaron 647 mm, donde las precipitaciones se concentraron en los meses de mayo, junio, agosto y septiembre (Anexo (I)). Los registros de temperatura mensual y velocidad del viento no son recopilados en esta estación.

Antecedentes de lugareños que pueden complementar localmente la información meteorológica son los mencionados por los agricultores del predio y el sector la Candelaria. Ellos indican que las precipitaciones concentradas en el mes de mayo y mediados de junio fueron regulares, suaves y de poca duración, no siendo lo suficientemente apropiadas para los cultivos de la temporada. En cambio, las precipitaciones de mediados de junio hasta el mes de septiembre, fueron irregulares, intensas y de mayor duración. En período de diciembre de 2014 a marzo de 2015, las precipitaciones fueron nulas, siendo un verano muy seco y caluroso, donde incluso se secaron los esteros⁵. No obstante, esta información debería verificarse con estaciones meteorológica locales.

⁴ “El membrillo”, Comuna de Lolol, (coordenadas UTM: 6145308;259503) ubicada a 19 km del predio Hijuela Quinta, donde se realiza el estudio.

⁵ Víctor y Jaime Gálvez, capataz y agricultor del predio la Hijuela Quinta, sector La Candelaria. 2015 comunicación personal.

La redistribución y disminución de las precipitaciones en los últimos años (Anexo (II)), en conjunto con las condiciones ambientales durante el período estival, podrían haber incidido de manera directa en la sequía de los esteros que fluyen por las quebradas en el predio.

Al retirar las semillas que no lograron establecerse como plántula, se observó que se encontraban en un severo estado de deshidratación, reflejado en la radícula que estaba completamente seca (SOEA) (Apéndice (IV)). El total de semillas que presentó esta categoría, representan el 6,5% del total de la muestra. En condiciones controladas (vivero), el número de semillas que se encontraban en esta categoría alcanzó el 40,5 %.

El resto de las semillas (SOECTA), que fueron sometidas a un análisis de flotabilidad determinó que el 8,8 % de éstas aún mantenía su viabilidad, mientras que en la contramuestra del vivero todas las semillas se encontraban viables. Al romper el endocarpio y segmentar la testa de las semillas viables e inviables, se observó un avanzado estado de deshidratación, evidenciado por la decoloración en el endosperma (Apéndice (V)). El total de semillas en SOECTA, representa el 5,9 % del total de la muestra. En contraste, la contramuestra del vivero alcanzó el 22,2 %.

El 24,4 % de las semillas viables inició el proceso de emergencia rompiendo el opérculo de la testa, por ello se desprende la siguiente interrogante: ¿Éstas semillas podrían haber completado el proceso de germinación? El ensayo se terminó en el mes de abril, donde empieza la disminución de temperaturas y aumento de humedad por el cambio de estación, situación que es evidentemente más favorable para las semillas.

El micrositio FQVH obtuvo el mayor porcentaje de emergencia de semillas. Sin embargo, al finalizar del ensayo fue el segundo micrositio con menos semillas viables. En contraste, el micrositio BCPB presentó el mayor número de semillas viables, mostrando una mayor capacidad amortiguadora a las condiciones ambientales con respecto a FQVH en la temporada estival.

Los micrositios BCLC y BCQS presentaron bajos porcentajes de emergencia en general, probablemente porque estas especies se desarrollan en ambientes más secos que *P. boldus* y la vegetación hidrófila. No obstante, el micrositio BCQS fue el segundo micrositio con mayor cantidad de semillas viables, generando cierta incertidumbre sobre el futuro de esas semillas si el ensayo hubiera continuado otra temporada.

Según Angulo (1985), el proceso de germinación de la palma chilena puede durar de seis meses hasta cuatro años, siendo por lo general de 18 meses el promedio. Dentro de los niveles esperados de germinación, se plantea sólo un 5 % de las semillas germina durante el primer año y un 90 % al completar cuatro años. Una experiencia de germinación realizada en la Hacienda Loncha en temporada estival, con semillas pre-tratadas y condiciones

controladas en platabandas a nivel, muestra como resultado un 40 % de germinación en sólo cinco meses (Barrueto e Ibaceta, 1992).

El único antecedente de siembra directa con palma chilena es la experiencia realizada por Alarcón y Vita (1992), donde se sembró con aplicación de riego, bajo protección de plantas nodrizas (*L. caustica* y *Q. saponaria*) en la Hacienda Loncha, ubicada en la Comuna de Alhué. Transcurrido un año, no se observó germinación en las semillas testigo, pero sí se produjo en las semillas que recibieron un pre-tratamiento para su germinación, obteniendo un 10% de las semillas germinadas. Ese pre-tratamiento consistió en colocar las semillas en bolsas de polietileno sin sustrato remojadas durante 72 horas, a una temperatura de 30°C, durante 4 semanas, en sitios de exposición sur de suelos graníticos. Al comparar los resultados del ensayo realizado por Alarcón y Vita con los obtenidos en esta memoria de título, se puede considerar a esta experiencia como positiva, teniendo en cuenta de las semillas estaban sin riego y aun así un 7,2 % germinó.

Las oportunidades de éxito de establecimiento de plántulas de palma chilena podrían verse incrementadas utilizando semillas germinadas para sembrar en los microsítios descritos en esta memoria de título. La disponibilidad de agua para las semillas debe ser periódica a través de riego, hasta por lo menos la aparición de la primera hoja (16 semanas en condiciones controladas, 28 semanas en terreno basado en los resultados de esta memoria de título). Mejorando las condiciones hídricas, los resultados de germinación podrían incrementarse de manera significativa, siendo necesaria la prolongación del ensayo para verificar el establecimiento definitivo (considerando que la palma chilena es una especie de lento crecimiento).

Al aumentar la disponibilidad de agua, disminuiría la cantidad de semillas necesarias para reforestar una superficie con palma chilena. En la prospección realizada en este estudio, en 1,18 ha se identificaron 57 plántulas de palma chilena. Si en condiciones naturales, dentro de una hectárea hay 60 plántulas de palma chilena y si el rendimiento de la siembra directa realizada fue de 7 plántulas establecidas (solo con el pre-tratamiento durante 36 semanas), se necesitarían 60.480 semillas (o 518,1 kg de semillas) para reforestar una hectárea. Sin embargo, acercándose al 50 % de los resultados obtenidos en el vivero, se necesitarían 5.292 semillas (o 45,48 kg de semillas) para reforestar una hectárea.

Es indispensable identificar con objetividad las virtudes y falencias de una siembra directa de palma chilena, considerando que es un método silvícola alternativo o complementario a la plantación que tiene mucho potencial. Es importante orientar la búsqueda de respuestas a la obtención de mejoras en las técnicas de manejo y en los resultados de experiencias anteriores, ya que la restauración activa mediante el uso de la silvicultura es la única manera en que se puede incidir efectivamente para la recuperación de la especie.

4.3 Evaluación de métodos de protección de semillas

Los resultados obtenidos en este ensayo luego de 28 semanas, revelan que hubo escasa remoción de semillas en las casillas, por lo que no se pudo determinar que método de protección fue más efectivo contra la predación. La baja predación de semillas de palma chilena podría relacionarse a la probable ausencia de sus principales depredadores (específicos) en el ensayo.

El ensayo se realizó en un bosque abierto de *A. caven* con presencia de matorrales, rodeado de remanentes de bosque esclerófilo a poca distancia de palmares, coincidente con las condiciones de hábitat de los roedores, los principales depredadores de semillas que se encuentran en el suelo (Crowtr, 1988; Pons y Pausas, 2007).

Según el modelo planteado por Janzen (1970) y Connell (1971), la mayoría de las semillas o plántulas dispersadas por una especie vegetal caen bajo su cobertura. Esta notoriedad y alta densidad de semillas o plántulas agrupadas pueden provocar como efecto indirecto una alta predación, debido a la facilidad de obtención del recurso, lo que reduciría en gran medida las posibilidades de que esa especie domine a nivel local. Durante la prospección realizada, se observó que la distribución de la regeneración de palma chilena generalmente se encontraba a escasa distancia de la palma semillera (Apéndices (III)), probablemente condicionada por las características del relieve y morfoanatómicas de la semilla. Esta dinámica natural sería conocida por los depredadores específicos de la palma chilena, lo que provocaría que estos transiten exclusivamente en el área de palmares, lejos de donde se instaló el ensayo.

El conocimiento y capacidad de aprendizaje en los depredadores influye en la búsqueda y selección de alimento. Esto se puede sostener a raíz del estudio realizado por Muñoz y Bonal (2008), en el que se capturaron roedores en el campo y fueron llevados a laboratorio. Durante el período de caída de la bellota (*Quercus ilex* L.), los roedores capturados rechazaron de manera tajante bellotas infestadas que eran ofrecidas, presumiblemente debido a su menor valor energético, al contrario de los roedores que nacieron en cautiverio y fueron criados sin ningún contacto con bellotas. Después de exponer a los individuos nacidos en cautiverio a bellotas de estado infestado durante 15 días, desecharon las bellotas infestadas. Esto podría ser explicado por la mejorada capacidad de rechazar las bellotas infestadas, debido a la experiencia acumulada adquirida de su entorno y el conocimiento generado.

En la experiencia realizada por Perea *et al.*, (2011), se menciona que las semillas dispersadas por el árbol madre, que no son preferidas por los roedores en primera instancia, permanecen en el suelo viéndose afectadas por la desecación (4% de pérdida de humedad por día), disminuyendo su calidad progresivamente. La capacidad de aprendizaje y la calidad de la semilla podrían haber sido un factor determinante en la elección de las

semillas. Las semillas sin protección superficial (T0) utilizadas en el ensayo se encontraban en buenas condiciones, debido a que se reemplazaban periódicamente por semillas nuevas. Sin embargo, el nivel de humedad en las semillas de palma chilena pudo haber disminuido por efecto de la temperatura y el viento, generando un efecto negativo directo para la semilla e indirecto para el depredador, el que pudo cuestionar su calidad como recurso energético, calificándola como una semilla poco apetecible.

La baja predación de semillas de palma chilena podría relacionarse a la probable ausencia de sus principales depredadores (específicos) en el ensayo (establecido en un sector donde el recurso no es abundante). Se ha observado consumo de semillas por parte de *Spalacopus cyanus* Mol. (Cururo), pero aparentemente no se trata de un recurso importante para ellos como son para el *O. degus*⁶, que según bibliografía sería el principal depredador de la semilla de palma chilena. La semilla de palma chilena representa un respaldo energético importante en la mantención de la población de roedores como *O. degus*, ya que asegura un aporte significativamente alto de calorías y nutrientes esenciales (Yates *et al.*, 1994). El *O. degus* y roedores del género *Rattus* son abundantes en poblaciones de palma chilena al norte del río Maipo, donde la predación de semillas es tremendamente alta, específicamente en el palmar de la Campana (Región de Valparaíso). Sin embargo, estudios recientes en el palmar de Cocalán (Región del Libertador Bernardo O'Higgins R.), demuestran que no hay registro alguno de predación ni captura de depredadores de semillas de palma chilena mediante la utilización de trampas⁷. Según antecedentes bibliográficos, el límite sur hasta donde se distribuye naturalmente *O. degus* es la Región del Maule, pero en más de 10 años no ha sido capturado ningún ejemplar al sur del río Maipo⁸. Esta información podría dar una explicación a los resultados del ensayo, puesto a que se cuestiona la presencia del principal depredador nativo de la semilla de palma chilena en la zona de estudio.

En la zona de palmares se observó que los caballos se alimentan de la parte carnosa del fruto de palma chilena (exocarpio), descartando a la semilla como parte de su dieta alimenticia. Fuera de la zona de palmares, de manera periódica se observaron fecas de caballo entre las casillas, lo que es un indicador de que estos animales transitaron por las zonas del ensayo (debido a la presencia de gramíneas y forbias anuales). El pisoteo de los caballos provocó el derrumbe de las casillas de T0, lo que generó que las semillas se fueran enterrando paulatinamente, llegando a veces a estar completamente cubierta por tierra. Éste enterramiento y cobertura de las semillas también pudo verse incrementado por el transporte de sedimentos por efecto de la lluvia y el viento. Según Hulme y Borelli (1999), la profundidad a la cual está enterrada una semilla, disminuye la probabilidad de ser

⁶ Dra Marina Fleury. Investigadora en ecología aplicada. Tesista de postgrado sobre herbivoría de semillas de palma chilena en palmar la Campana. Universidad de Chile. Comunicación Personal, datos no publicados.

^{7, 8} Dr Rodrigo A. Vásquez. Investigador de biología ecológica. Académico Departamento de Ciencias ecológicas. Universidad de Chile. Comunicación Personal, datos no publicados.

descubierta por algún recolector, por lo tanto, la profundidad a que se siembran las semillas tiene implicaciones positivas para la siembra directa. Además, la profundidad a que se encuentre las semillas aporta otros beneficios como la protección contra la desecación, estimulando la germinación y el establecimiento (Sonesson, 1994), en especial cuando se trata de semillas de gran tamaño⁹.

Es difícil asegurar con exactitud la ausencia de los roedores del género *Rattus*, por lo que se cuestiona su conocimiento con respecto a la ubicación de las semillas en un lugar distinto a las zonas con presencia de palmas. El desarrollo de los roedores juveniles y adultos coincide con la caída masiva de frutos de la palma chilena, lo que provoca una expansión de su área de actividad hacia sectores con presencia de palma chilena (Zunino *et al.*, 1992).

En el área de estudio se evidenció la presencia de *Pseudalopex culpaeus*. Sin embargo, a pesar de constatar la presencia de fecas en los tratamientos dispuestos en el ensayo, no hubo remoción ni daño a las semillas. También se observó fecas de lagomorfos al lado de las casillas en distintos tratamientos, pero no hubo rastro de remoción ni daño, por lo que semilla de palma chilena probablemente no es un recurso energético valioso para su desarrollo, como sí lo son las plántulas (Wara, 2006). Sería bueno replicar este ensayo en sectores cercanos a los palmares para verificar las hipótesis planteadas, con la utilización de cámaras trampa y condiciones controladas, ya que muchos mecanismos de protección fueron destruidos y removidos por caballos.

⁹ Ing. Forestal Antonio Vita. Investigador en Silvicultura en formaciones xerofíticas y bosques nativos de la zona árida y desértica de Chile. Académico del Departamento Silvicultura y Conservación de la Naturaleza de la Facultad de Ciencias Forestales y Conservación de la Naturaleza. Universidad de Chile. Comunicación Personal, datos no publicados.

5. CONCLUSIONES

El principal sustrato en el que se desarrolla la regeneración de palma chilena es la hojarasca, la que se acumula debido al aporte continuo de las especies arbóreas de los remanentes de bosque esclerófilo en sectores con presencia de palmas. También se identificó la presencia de plántulas, pero en menor cantidad, en los sustratos ramas, helechos, herbáceas, hojas de palma chilena caídas y en suelos con bajo grado de compactación. La presencia y cobertura de especies nodriza es fundamental, debido a que le brindan protección a la regeneración.

Los micrositios determinados como los más aptos para una siembra directa fueron bajo cobertura de *P. boldus* y en fondo de quebrada, esto debido a que presentaron una mayor emergencia de semillas durante el período de estudio. También se encontró un número alto de semillas viables con posibilidades de emerger bajo la cobertura de *P. boldus* y de *Q. saponaria*.

Se estima que la siembra directa es un método con alto potencial y fácil de aplicar, a pesar de que la palma chilena es una especie de lento desarrollo y con un período de emergencia extendido (sólo 13,1% de emergencia en 36 semanas, aún con pretratamiento). Por este motivo, es indispensable realizar un pretratamiento a las semillas antes de ejecutar la siembra directa. Además, es importante considerar la aplicación de riego durante al menos un año, para obtener mejores resultados de establecimiento.

Se determinó bajos niveles de predación de semillas de palma chilena en el área de estudio, lo que podría ser atribuido a la ausencia de depredadores en los sectores que se estableció el ensayo.

6. BIBLIOGRAFÍA

ALARCÓN, A. y VITA, A. 1992. Evaluación de distintos métodos de repoblación con Palma Chilena en la Hacienda Loncha. En: Simposio "La Palma Chilena, un recurso forestal: estado actual del conocimiento". Stgo. Chile. Dpto. de Silvicultura, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile. 17-18 de diciembre de 1992. 23 – 24 p.

ANGULO, R. 1985. La Palma Chilena, interesante recurso natural renovable. Santiago, Sociedad Agrícola y Forestal Hacienda Las Palmas de Cocalán Ltda. 50 p.

BANNISTER, J.R., LE QUESNE, C. y LARA A. 2008. Estructura y dinámica de bosques de *Pilgerodendron uviferum* afectados por incendios en la Cordillera de la Costa de la Isla Grande de Chiloé. Bosque 29(1): pp 33-43.

BARRUETO, H. e IBACETA, L. 1992. La Palma Chilena: Una experiencia promisorio. Revista Chile Forestal n° 201:16 p.

BENOIT, I. 1989. Libro rojo de la flora terrestre. Santiago, Chile. Corporación Nacional Forestal. 157 p.

BRANTON, R.L. y BLAKE, J. 1983. Development of organized structures in callus derived from explants of *Cocos nucifera* L. Annals of Botany, v. 52, n. 5, pp 673-678.

CABELLO, A. 1990a. Antecedentes sobre la germinación y el cultivo in vitro de la Palma Chilena (*Jubaea chilensis* (Mol.) Baillon). Ciencias Forestales 6(1): pp 3-21.

CABELLO, A. e INFANTE, L. 1994. Efectos del endocarpio, de la temperatura y del periodo de remojo, sobre el contenido de humedad de semillas de Palma Chilena (*Jubaea chilensis* (Mol.) Baillon). Ciencias Forestales 9 (1- 2): pp 3-10.

CABELLO, A. 1999. Determinación del contenido de humedad y de la germinación de semillas de *Jubaea chilensis* en el vivero y en el laboratorio y de embriones extirpados cultivados in vitro. Notas del Centro Productor de Semillas de Árboles Forestales 11.

CAMPOS, J. 1998. Productos forestales no madereros en Chile. Corporación de Investigación Tecnológica, INTEC – CHILE. Santiago, Chile. 22 p.

CARLTON, G. y BAZZAZ, F. 1998. Resource congruence and forest regeneration following an experimental hurricane blowdown. *Ecology* 79: pp 1305-1319.

CIREN, 2006. Zonificación de erosión y fragilidad de suelos del secano costero en las regiones VI y VII. Boletín técnico de resultados Marzo: pp 35- 36.

COELLO, J., CORTINA, J., VALDECANTOS, A. y VARELA, E. 2015. Restauración de bosques y paisajes. Experiencias de la restauración de paisajes forestales en el sur de Europa: técnicas sostenibles para mejorar desde temprano el rendimiento de los árboles. *UNASYLVA*. 66 (3): 86 p.

CONAF, 2013. Guía básica de buenas prácticas para plantaciones forestales de pequeños y medianos propietarios. Santiago, Chile. pp 31-38.

CONNELL, J.H. 1971. On the role of enemies in preventing competitive exclusion in some marine animals and in rain forest trees. En *Dynamics of Populations* (eds. den Boer, P.J. y Gradwell, G.R.), Center for Agricultural Publication and Documentation, Wageningen, The Netherlands. pp 298-312.

CONSIGNY, A. 1963. Forêts de palmiers au Chili. *Revue Bois et Forets des Tropiques*, 91: pp 3-9.

CROWTR, 1988. Reproductive mode and mechanisms for self replacement of northern red oak (*Quercus rubra*)—a review. *For Sci* 34: pp 19–40.

DALLING, J. W. 2002. Ecología de semillas. In: GUARIGUATA, M. R.; KATTAN, G. H. (Ed.). *Ecología y conservación de bosques neotropicales*. Cartago: Libro Universitario Regional. 354 p.

DONOSO, C. 1981. Tipos forestales de los bosques nativos de Chile. Documento de trabajo n° 38. Investigación y desarrollo forestal (CONAF/PNUD/FAO). FAO Chile. 70 p.

EVANS, Ra. y YOUNG, J.A. 1972. Microsite requirements for establishment of annual rangeland weeds. *Weed Science*, 20: pp 350-356.

FORCELLEDO, A. 2006. Germinación y calidad de planta de Palma Chilena (*Jubaea chilensis* (Mol.) Baillon) según sustrato, periodo de siembra y procedencia de semilla. Memoria de Ingeniero Forestal. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Cs. Forestales. 13 p.

GAJARDO, R., SERRA, M. Y GREZ, I. 1987. Programa de protección y recuperación de flora nativa de Chile. Fichas técnicas de lugares específicos con presencia de especies leñosas amenazadas de extinción. 345 p.

GAJARDO, R. 1994. La vegetación natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica. Editorial Universitaria, Santiago, Chile. 54 p.

GIOMBINI, M. 2013. Dispersión de semillas de pindó (*Syagrus romanzoffiana*) en la Selva Paranaense: efectos ecológicos y genéticos de la interacción con su principal dispersor y del disturbio humano del hábitat. Tesis doctoral en el área Ciencias Biológicas, Argentina, Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. pp 23-37.

GONZALEZ, L. y VITA, A. 1987a. Palma: usos, regeneración y tratamientos. Revista del Campo 11 (569): pp 14-15.

GONZALEZ, L. y VITA, A. 1987b. Protección de Palma Chilena. Revista del Campo, 11(568): pp 14-15.

GRAU, J. 1994. *Jubaea*. The palm of Chile and Eastern Island. International Congress of Ecology. INTERCOL. Manchester.UK. 21-26 august, 11 p.

HARPER, J., WILLIAMS, J. y SAGAR, G. 1965. The behaviour of seeds in soil. The heterogeneity of soil surfaces and its role in determining the establishment of plants from seed. Journal of Ecology 53: pp 273-286.

HARPER, J. L. 1977. Population biology of plants. London Academic Press, London. 892 p.

HARTMANN, H. y KESTER, D. 1988. Propagación de Plantas. México D.F. Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V. Kemp, 1975. 760 p.

HECHENLEITNER, P., GARDNER, M., THOMAS, P., ECHEVERRIA, C., ESCOBAR, B., BROWNLESS, P. y MARTINEZ, C. 2005. Plantas amenazadas del Centro-Sur de Chile. Distribución, Conservación y Propagación. Primera Edición. Universidad Austral de Chile y Real Jardín Botánico de Edimburgo. 187 p.

HOLL, K. D.; LOIK, M. E.; LIN, E. H. V. y SAMUELS, I. A. 2000. Tropical Montane Forest Restoration in Costa Rica: Overcoming Barriers to Dispersal and Establishment. *Restoration Ecology*, 8(4): pp 339-349.

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

INFANTE, L. 1989. Estudio de germinación de Palma Chilena (*Jubaea chilensis* (Mol) Baillon). Memoria Ingeniería Forestal. Santiago, Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile, 132 p.

JANZEN, D.H. 1970. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. *The American Naturalist* 104: pp 501-528.

MICHEA, G. 1992. Antecedentes técnicos y caracterización de los principales palmares de la V Región. CONAF. Sección Reservas Nacionales. 23 p.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA), 2015. Lista de especies de Chile según estado de conservación. Disponible en: <http://www.mma.gob.cl/clasificacionespecies/doc/Unificada_Especie_Estado_Conservacion_072013.xls> Consulta: 6 de octubre de 2015.

MUÑOZ, C. 1973. Chile: Plantas en extinción. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 247 p.

MUÑOZ, A. y BONAL, R. 2008. Seed choice by rodents: learning or inheritance? *Behav Ecol Sociobiol* 62: pp 913–922.

NYLAND, R.D. 2016. *Silviculture: Concepts and applications*. McGraw Hill, Boston, MA. pp 182-183.

WILLINSTON, H.L. y W.E. BALMER. 1983. Direct-seeding of southern pines - a regeneration alternative. USDA Forest Service. Southern Region. Forestry Bulletin R8-FB/M1. 6 p.

YATES, L., SAIZ, F. Y ZUNINO, S. 1994. *Octodon degus*: Valor nutricional y preferencia del recurso trófico en el Palmar de Ocoa, Parque Nacional La Campana, Chile. Revista Chilena de Historia Natural 67: pp 89-99.

YURI, A. 1987. Propagation of chilean wine palm (*Jubaea chilensis*) by means of in vitro embryo culture. Principes, 31(4): pp 183-186.

ZUNINO, S., SAIZ, F. y YATES, L. 1992: Uso del espacio, densidad de *Octodon degus* y oferta de recursos en Ocoa, Parque Nacional La Campana, Chile. Revista Chilena de Historia Natural, 65: pp 343-355.

7. ANEXOS

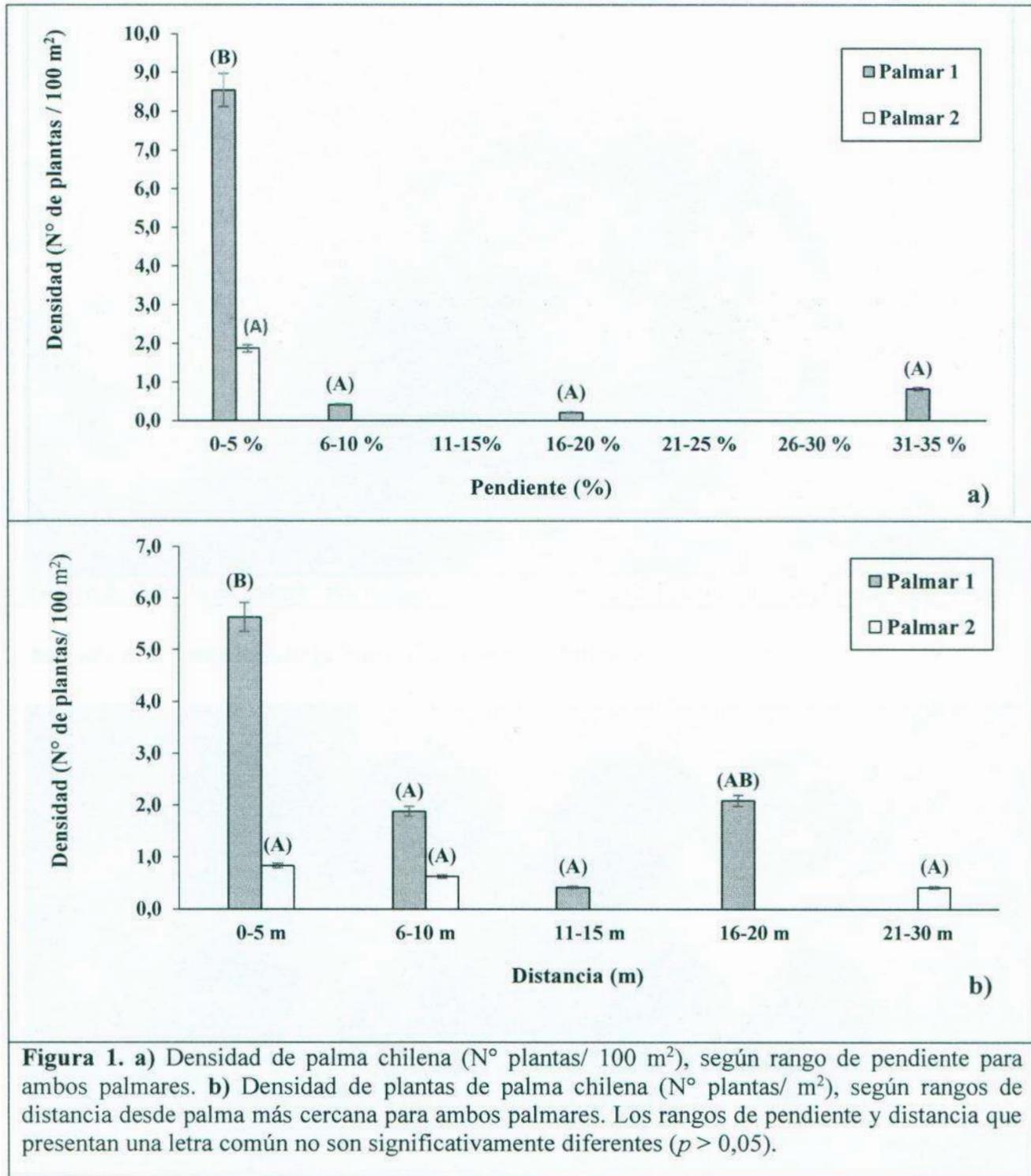
Anexo I. Registro meteorológico de las precipitaciones mensuales de la estación el Membrillo, comuna de Lolol para el año 2014-2015.

Año	Mes	Pp (mm)	Año	Mes	Pp (mm)
2014	Enero	0	2015	Enero	0
	Febrero	0		Febrero	0
	Marzo	17		Marzo	0
	Abril	5		Abril	24
	Mayo	168		Mayo	16
	Junio	219		Junio	29
	Julio	39		Julio	138
	Agosto	96		Agosto	173
	Septiembre	88		Septiembre	61
	Octubre	4		Octubre	135
	Noviembre	11		Noviembre	0
	Diciembre	0		Diciembre	0

Anexo II. Registro de precipitaciones mensuales 2007-2015 de estación meteorológica el membrillo.

Año	En	Feb	Mar	Ab	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2007	0,0	55,0	0,0	0,0	10,0	119,0	81,0	103,0	19,0	0,0	0,0	0,0
2008	0,0	0,0	5,0	34,0	269,0	120,0	119,0	132,0	25,0	0,0	0,0	0,0
2009	0,0	0,0	0,0	0,0	36,0	183,0	105,0	135,0	108,0	20,0	25,0	0,0
2010	0,0	0,0	0,0	0,0	71,0	185,9	95,0	49,0	52,0	37,0	14,0	0,0
2011	6,0	0,0	14,0	58,0	0,0	107,8	77,0	119,0	10,0	0,0	12,0	0,0
2012	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5	179,8	28,0	80,0	0,0	115,0	10,0	80,0
2013	0,0	10,0	0,0	0,0	167,0	65,0	109,0	60,0	18,0	5,0	0,0	0,0
2014	0,0	0,0	17,0	5,0	168,0	219,0	39,0	96,0	88,0	4,0	11,0	0,0
2015	0,0	0,0	0,0	24,0	16,0	29,0	138,0	173,0	61,0	135,0	0,0	0,0

Apéndice III. Pendiente y distanciamiento lineal en área de estudio



Apéndice IV. Semilla de palma chilena



Figura 2. Semilla de palma chilena germinada en terreno, con la radícula totalmente deshidratada.

Apéndice V. Semillas de palma chilena segmentadas



Figura 3. Semillas de palma chilena con diferentes niveles de deshidratación. A medida que la semilla pierde coloración en el endosperma (color blanco) indica que tiene menos contenido de humedad.

