



**FUNDACION
REFORESTEMOS**



**REFORESTACIÓN MASIVA PREDIO PANTANILLOS
REGIÓN DEL MAULE
OCTUBRE 2017**

INDICE DE CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN	1
2	MATERIAL Y MÉTODO	2
2.1	Material	2
2.1.1	Áreas reforestadas	2
2.1.2	Especies utilizadas.....	3
2.2	Método	4
2.2.1	Determinación actividad de reforestación	4
2.2.2	Cantidad de árboles plantados y densidad de establecimiento	4
2.2.3	Sistema de plantación.....	5
2.2.4	Protección de plantas.....	6
3	RESULTADOS	7
3.1	Reforestación bosque maulino	7
3.1.1	Reforestación sector A y B.....	7
3.1.2	Reforestación sector C	9
3.2	Reforestación bosque esclerófilo	10
3.2.1	Plantación monoespecífica de quillay (sector Q)	10
4	CONCLUSIONES	12
5	BIBLIOGRAFÍA.....	13

1 INTRODUCCIÓN

Durante los meses de enero y febrero del 2017, la zona centro sur de Chile fue afectada por una serie de incendios forestales, los cuales, a partir del 18 de enero, y por más de 17 días seguidos, constituyeron el megaincendio denominado “tormenta de fuego”, evento que se consagra como el primero de la “sexta generación” de incendios forestales, dada la alta intensidad y velocidad de propagación, antes nunca registrada a nivel mundial (CONAF, 2017).

Las cifras oficiales, señalan que un total de 518.174 ha. se vieron afectadas por el megaincendio forestal, entre las regiones de Coquimbo a la Araucanía, concentrándose el 90,2% (467.537 ha.) entre las regiones de O'Higgins (17%), el Maule (54,1%) y Bío-Bío (19,1%). Entre estas últimas, el uso de suelo más afectado fue las plantaciones forestales (pino y eucalipto), con 280.555 ha. (60%), seguido de bosque nativo y praderas y matorrales, con 77.131 ha. (17%) y 76.556 ha. (16%), respectivamente.

Respecto al bosque nativo, los principales tipos forestales afectados corresponden a bosque esclerófilo con 45.522 ha., y bosque maulino Roble-Hualo con 11.682 ha., cifras que implican el 3,4 y 5,3% de su representatividad a nivel nacional, respectivamente (INFOR, 2016). De forma particular, el tipo forestal Roble-Hualo destaca por su alta biodiversidad de elementos endémicos, de flora y fauna, y se considera como un bosque con graves problemas de conservación, debido a su degradación histórica (presión antrópica), alta exposición al efecto del cambio climático, escasa representatividad en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado (Donoso, 2015).

Lo anterior, permite comprender, que la pérdida y/o degradación de vegetación nativa a causa del mega incendio del verano del 2017, constituye un desastre ecológico de magnitud, que se traduce en pérdida de diversidad biológica única y degradación de las funciones ecosistémicas difícil de cuantificar (Fernández et al., 2010). Una de las formas de contrarrestar estos efectos son las acciones de restauración, las cuales pueden ir desde una aislación del ecosistema al o los agentes de daño hasta un mejoramiento de la cobertura vegetal y/o obras de contención de suelo (Pérez y Bown, 2015).

En este contexto, la Fundación Reforestemos, organización que ha buscado ser un referente en la recuperación del valor ecológico y medioambiental de los ecosistemas del país, se ha propuesto ser un ente activo en la recuperación de las zonas afectadas por el megaincendio forestal del verano del 2017, reforestando áreas quemadas de la Región del Maule, con especies nativas, propias del bosque esclerófilo y bosque maulino.

En el presente documento, se presentan las acciones de reforestación realizadas en la Estación Experimental Justo Pastor León (Pantanillos) de la Universidad de Chile, llevadas a cabo por la Fundación Reforestemos. La ejecución de obras fue encargada a la empresa TRIPAN S.A., y efectuada entre los meses de julio y agosto del 2017, a seis meses de ocurrido el megaincendio. Además, se destaca el carácter experimental de la reforestación, pues se propone un sistema de plantación no usual para la zona, una determinada mezcla de especies y diferentes densidades de establecimiento.

2 MATERIAL Y MÉTODO

2.1 Material

El predio Justo Pastor León (Pantanillos), de la Universidad de Chile, se ubica en la zona del secano costero de la Región del Maule, en la ruta que une las ciudades de San Javier y Constitución (Figura 1). Dado que el objetivo del predio es la investigación forestal, su principal uso corresponde a plantaciones forestales exóticas (pino y eucalipto), no obstante, un 20% de su superficie se destina a conservar renovales degradados de *Nothofagus glauca* (hualo).

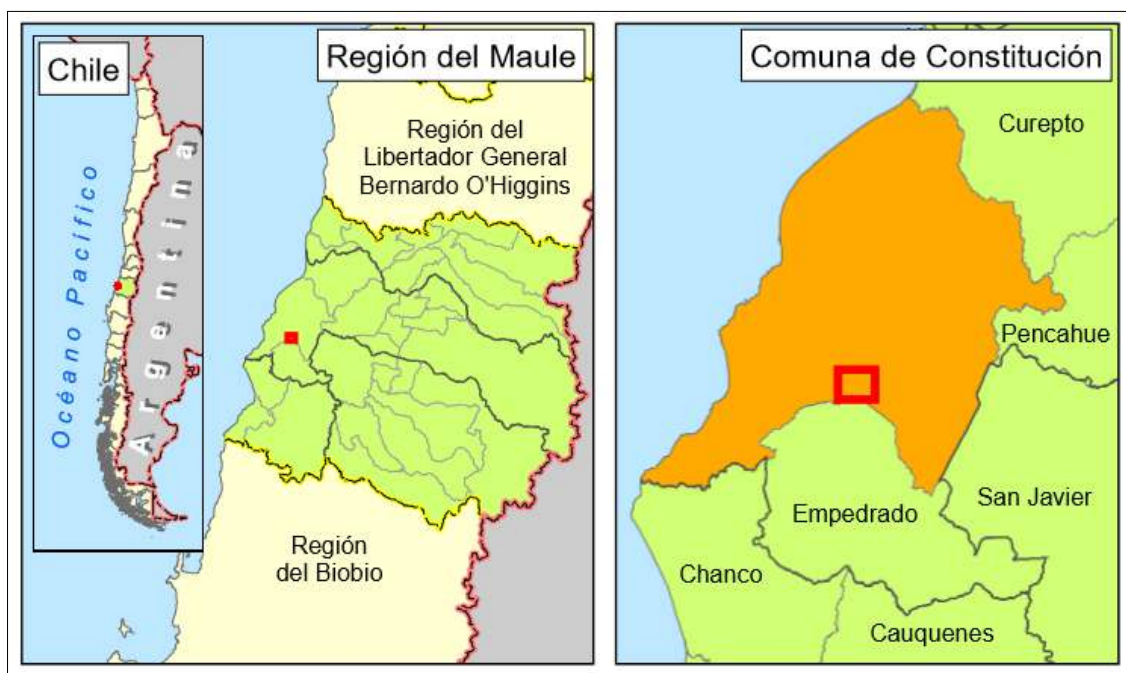


Figura 1. Mapa de ubicación predio Pantanillos.

2.1.1 Áreas reforestadas

Se seleccionaron cuatro sectores a reforestar (Figura 2), tres con bosque maulino (A, B y C) y una con bosque esclerófilo (Q).

Sector A y B (5 ha. cada una): corresponden a un sector cosechado por tala rasa de *Pinus radiata* (pino), del año 2013. Luego de la cosecha no se plantó, y actualmente, tanto la regeneración de pino como la regeneración vegetativa de hualo y otras especies de bosque maulino se han establecido de manera espontánea. La severidad del incendio sobre esta área fue determinada como alta (Castillo *et al.*, 2017).

Sector C (5 ha): corresponde a renoval de bosque de hualo. La severidad del incendio sobre este bosque fue extrema (Castillo *et al.*, 2017). Sin embargo, la mayoría de los individuos de hualo, así como algunas especies acompañantes, se han comenzado a recuperar mediante la regeneración vegetativa.

Sector Q (8 ha): corresponde a un área sin vegetación. La severidad del incendio aquí determinada fue leve (Castillo *et al.*, 2017).

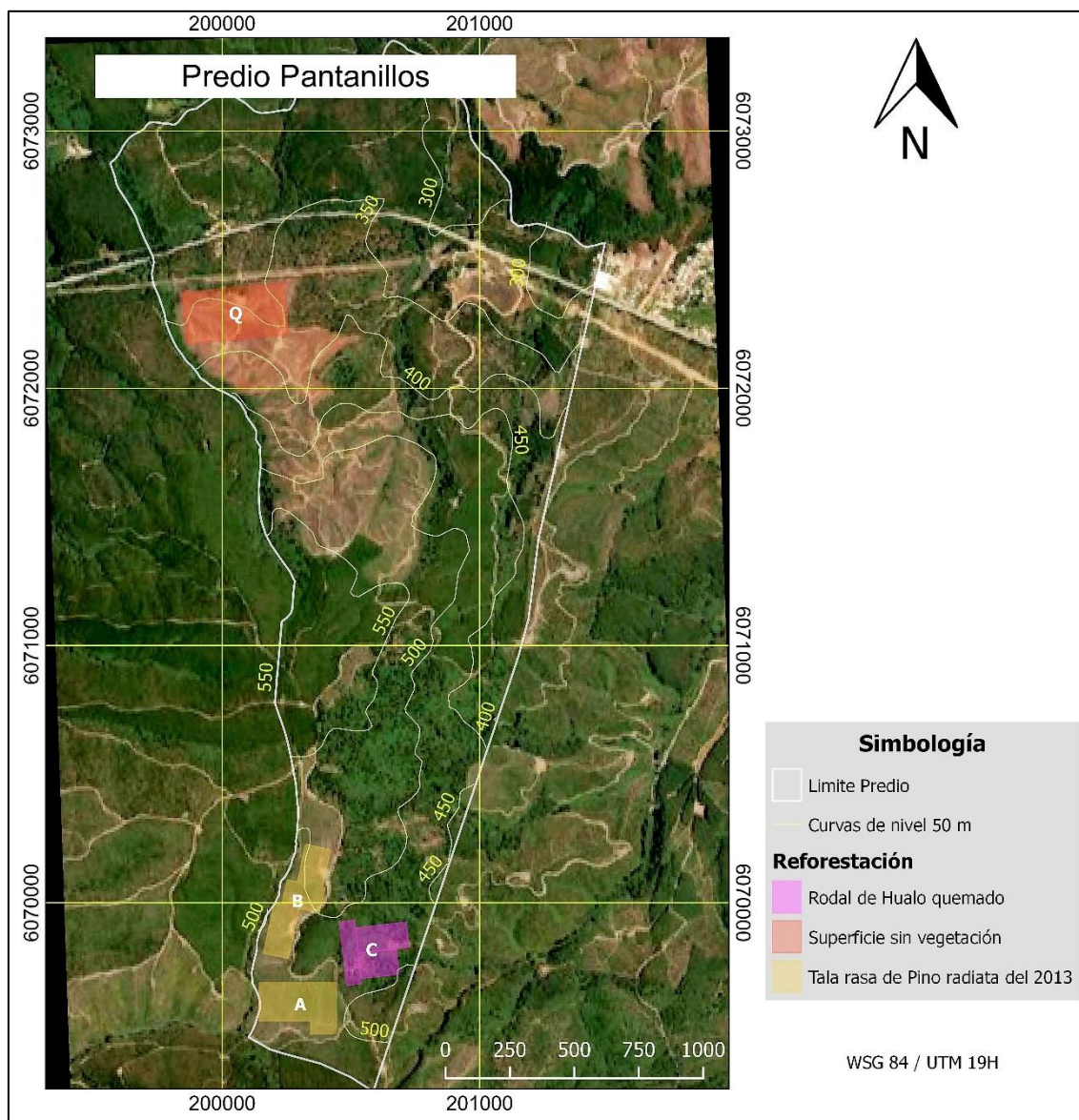


Figura 2. Mapa de áreas reforestadas en Predio Pantanillos. Sectores A, B y C reforestadas con bosque maulino. Sector Q reforestada con bosque esclerófilo.

2.1.2 Especies utilizadas

Para la reforestación de bosque maulino se utilizó una mezcla de especies, propias de este tipo de bosque, determinada a partir de los estudios florísticos de Litton y Santelices (1996), Amigo *et al.* (2000) y Olave (2011). Las proporciones empleadas se determinaron a partir de las abundancias específicas registradas en dichos estudios. Como especie principal se empleó hualo (*Nothofagus glauca*, 83%), mientras que las especies secundarias o acompañantes utilizadas fueron peumo (*Cryptocarya alba*, 6%), radial (*Lomathia hirsuta*, 5%), maqui (*Aristotelia chilensis*, 3%), litre (*Lithraea caustica*, 2%) y arrayán (*Luma apiculata*, 1%).

Para la reforestación de bosque esclerófilo, sólo se utilizó la especie Quillay (*Quillaja saponaria*), pues una formación de estas características podría llegar a ser un modelo de producción sustentable, mediante el aprovechamiento para la producción de miel y

biomasa para extracción de saponina, así como su contribución en la captura de carbono y protección del suelo (Correa y Martínez, 2013; Quintana, 2008).

2.2 Método

2.2.1 Determinación actividad de reforestación

En función de las características de la superficie a reforestar y las especies a utilizar, se decidió la actividad de reforestación a realizar. Para las áreas A y B, de cosecha de *P. radiata* por tala rasa del año 2013, se decidió reforestar mediante una plantación de bosque maulino, con especie dominante hualo, de manera de cambiar el uso de suelo de plantación forestal exótica a bosque nativo maulino. En el caso del área C, con renoval de hualo quemado, se decidió reforestar mediante una plantación suplementaria, con el fin de apoyar la propia recuperación de la vegetación remanente. Mientras que en el área Q, se decidió reforestar mediante una plantación monoespecífica de quillay, con el fin de entregar protección al suelo descubierto, así como establecer un modelo de plantación típica, pero con una especie nativa.

2.2.2 Cantidad de árboles plantados y densidad de establecimiento

Reforestación de bosque maulino

Tanto para el área A como B se reforestó un total de 8.900 plantas, mientras que para la plantación suplementaria del área C se utilizó 2.700 individuos. De manera de evaluar distintas densidades de establecimiento, cada área se dividió en tres polígonos (Cuadro 1). Para la composición de especies, dependiendo de la densidad de cada polígono, se determinó la cantidad de plantas por especie en función de las proporciones referenciadas bibliográficamente (ver Anexo I y II.1).

Cuadro 1. Cantidad de árboles plantados en el predio Pantanillos y densidad de establecimiento (RF: reforestación; PS: plantación suplementaria).

Actividad reforestación - Polígono	Densidad (árb/ha)	Superficie (ha)	Total plantas
RF-A1	1.300	2,0	2.600
RF-A2	1.700	1,5	2.550
RF-A3	2.500	1,5	3.750
Total plantas A			8.900
RF-B1	1.300	2,0	2.600
RF-B2	1.700	1,5	2.550
RF-B3	2.500	1,5	3.750
Total plantas B			8.900
PS-C1	300	2,0	600
PS-C2	500	1,5	750
PS-C3	900	1,5	1.350
Total plantas C			2.700
Total plantas reforestadas			20.500

Reforestación de bosque esclerófilo

Para esta plantación monoespecífica se utilizaron 10.000 plantas de quillay (ver Anexo II.2). El área Q fue dividida en cuatro polígonos, con el fin de probar distintas densidades de establecimiento (Cuadro 2).

Cuadro 2. Cantidad de árboles de Quillay plantados en el predio Pantanillos y densidad de establecimiento.

Actividad reforestación - Polígono	Densidad [arb/ha]	Superficie [ha]	Total plantas
RF-Q1	2.500	2,0	5.000
RF-Q2	1.250	2,5	3.125
RF-Q3	625	2,5	1.563
RF-Q4	333	1,0	312

2.2.3 Sistema de plantación

Reforestación de bosque maulino

Tanto para las reforestaciones como para la plantación suplementaria de estas áreas se empleó el sistema empleado por SNP Patagonia Sur, cual consiste en dividir una superficie cuadrada de 100 m² por sus diagonales, formando cuatro triángulos (Figura 3). De esta manera, es posible establecer una planta central, y posteriormente establecer la misma cantidad de individuos en los cuatro triángulos, con una distribución aleatoria dentro de cada uno, independiente de la distribución de individuos en los cuadrados adyacentes. Por ejemplo (Figura 3), para una densidad de 1.300 arb/ha., se establecen tres individuos por cada uno de los triángulos, y se deja un individuo central, dejando un total de 13 individuos por cuadrado (12+1).

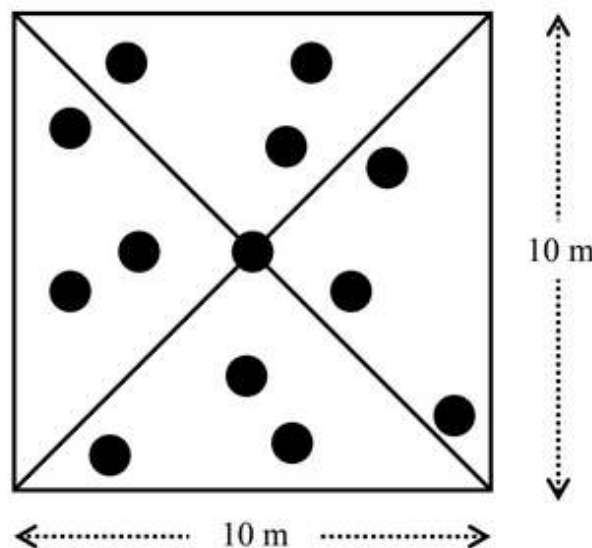


Figura 3. Sistema de plantación utilizado en la reforestación de bosque maulino en el Predio Pantanillos. En este caso se observa una densidad de 1.300 arb/ha. (13 individuos por cuadrado, 12+1).

Reforestación de bosque esclerófilo

Para la plantación monoespecífica de quillay, se utilizó un sistema de plantación típico de plantaciones forestales, localizando a los individuos en hileras, distanciados entre sí por una cantidad de metros determinada en función de la densidad esperada. Por ejemplo, para una densidad de 1.250 árb/ha., el distanciamiento entre individuos debe ser de 2 x 4 m. ($10.000 \text{ m}^2 / 8 \text{ m}^2 = 1.250 \text{ árb/ha}$), es decir, las plantas se separan entre sí por cuatro metros hacia un sentido, y por dos hacia el otro (Figura 4).

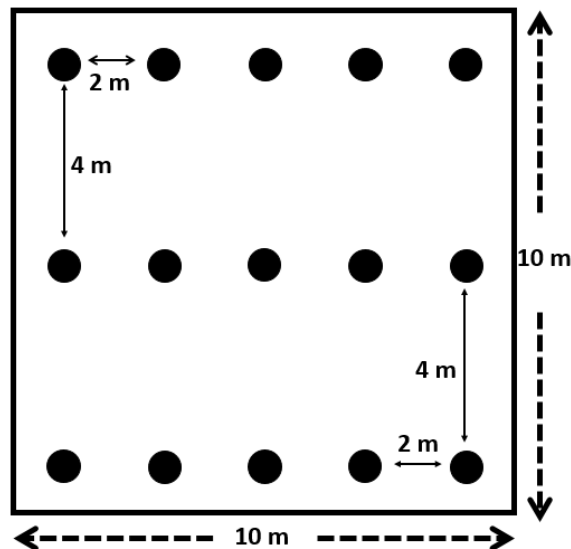


Figura 4. Sistema de plantación utilizado en la reforestación de bosque esclerófilo en el Predio Pantanillos. En este caso se observa una densidad de 1.250arb/ha. (2 x 4 m).

2.2.4 Protección de plantas

Para la protección de las plantas establecidas se utilizó protectores individuales o “shelters”, de tipo triangular, con el fin de resguardar a los individuos establecidos del viento, el exceso de sol o cualquier daño mecánico.

3 RESULTADOS

3.1 Reforestación bosque maulino

3.1.1 Reforestación sector A y B

Entre los sectores A y B (Figura 5 y 7), la reforestación comprende una superficie de 10 hectáreas, con un total de 17.800 individuos. La reforestación ha quedado con una distribución aleatoria, la cual intenta reflejar la disposición natural de los individuos dentro de un bosque. La especie dominante es hualo, con 83% de presencia en composición (ver Anexo I). Las especies acompañantes más importantes son peumo y radial (ver Anexo II.1). Las densidades pre-establecidas fueron respetadas y son fácilmente verificables *in situ* (Figura 7 y 9).



Figura 5. Mapa de reforestación sector A en Predio Pantanillos. De derecha a izquierda: RF-A1 (12+1, 1.300 árb/ha), RF-A3 (24+1, 2.500 árb/ha), RF-A2 (16+1, 1.700 arb/ha). Las cuadrillas dentro de cada polígono reflejan la disposición de los cuadrados de 100 m².

El sector A se encuentra con una dominancia espacial de la regeneración de bosque maulino y pino (Figura 6). Esta cubierta remanente, podría resultar beneficiosa en los primeros dos años de establecida la plantación de bosque maulino, pues comprende una cubierta protectora al exceso de luz y viento.



Figura 6. Reforestación de bosque maulino en sector A en Predio Pantanillos. De izquierda a derecha: RF-A1 (1.300 árb/ha), RF-A2 (1.700 árb/ha), RF-A3 (2.500 árb/ha).

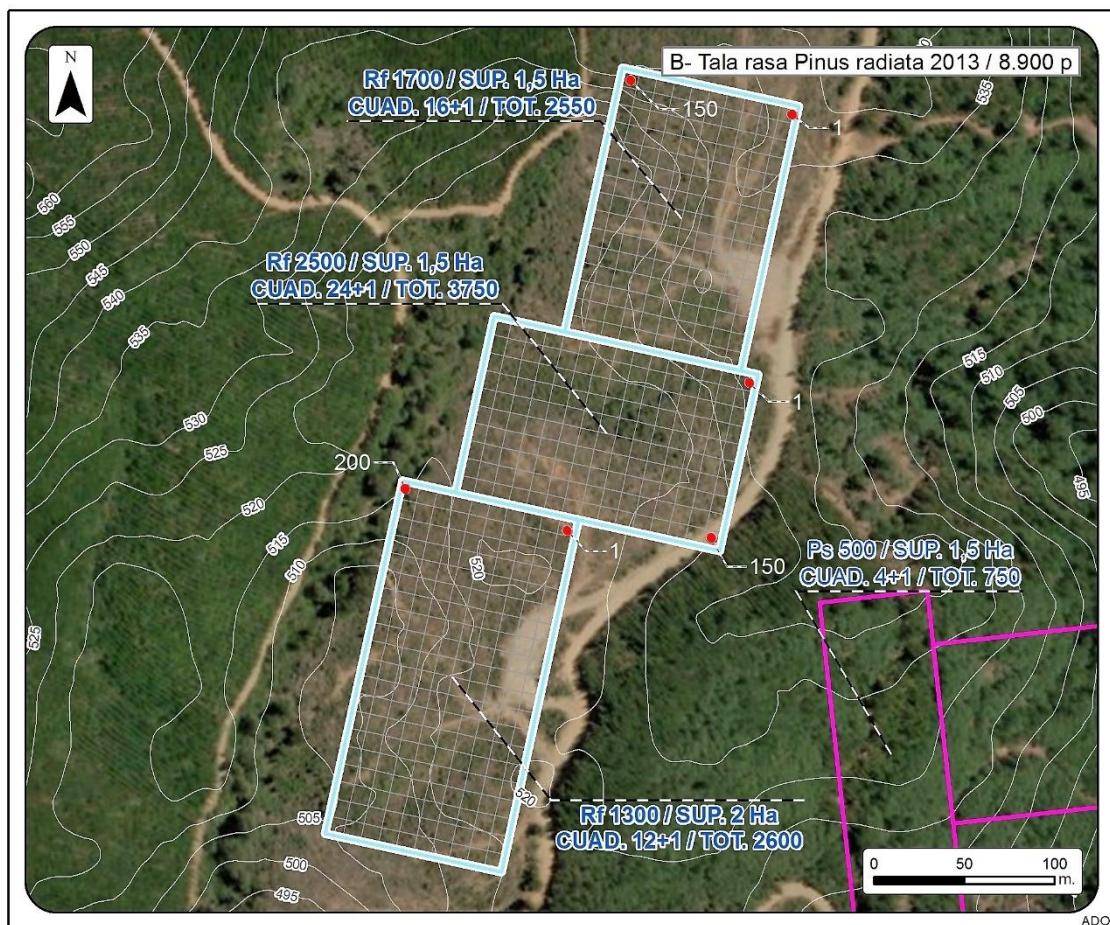


Figura 7. Mapa de reforestación sector B en Predio Pantanillos. De arriba abajo: RF-B2 (16+1, 1.700 árb/ha), RF-B3 (24+1, 2.500 árb/ha), RF-B1 (12+1, 1.300 árb/ha). Las cuadrillas dentro de cada polígono reflejan la disposición de los cuadrados de 100 m².



Figura 8. Reforestación de bosque maulino sector B en Predio Pantanillos. De izquierda a derecha: RF-B1 (1.300 árb/ha), RF-B2 (1.700 árb/ha), RF-B3 (2.500 árb/ha).

3.1.2 Reforestación sector C

En la plantación suplementaria de bosque maulino en el sector C se establecieron 2.700 individuos, sobre las 5 ha. de superficie (Figura 9). Las densidades de establecimiento son fácilmente identificables y en general, se observa una aleatoriedad en la disposición de los individuos (Figura 10). La composición de especies, al igual que en los sectores A y B se encuentra dominada por individuos de hualo (ver Anexo I y II.1).



Figura 9. Mapa de plantación suplementaria sector C en Predio Pantanillos. Izquierda PS-C2 (4+1, 500 árb/ha); Derecha arriba PS-C1 (2+1, 300 árb/ha), abajo PS-C3 (8+1, 900 árb/ha). Las cuadrillas dentro de cada polígono reflejan la disposición de los cuadrados de 100 m².



Figura 10. Plantación suplementaria de bosque maulino en Predio Pantanillos. De izquierda a derecha: PS-C1 (300 árb/ha), PS-C2 (500 árb/ha), PS-C3 (900 árb/ha).

3.2 Reforestación bosque esclerófilo

3.2.1 Plantación monoespecífica de quillay (sector Q)

Esta reforestación, llevada a cabo sobre una superficie sin vegetación, comprendió un total de 10.000 individuos de quillay (ver Anexo II.2) , en una superficie total de 8 hectáreas (Figura 11).

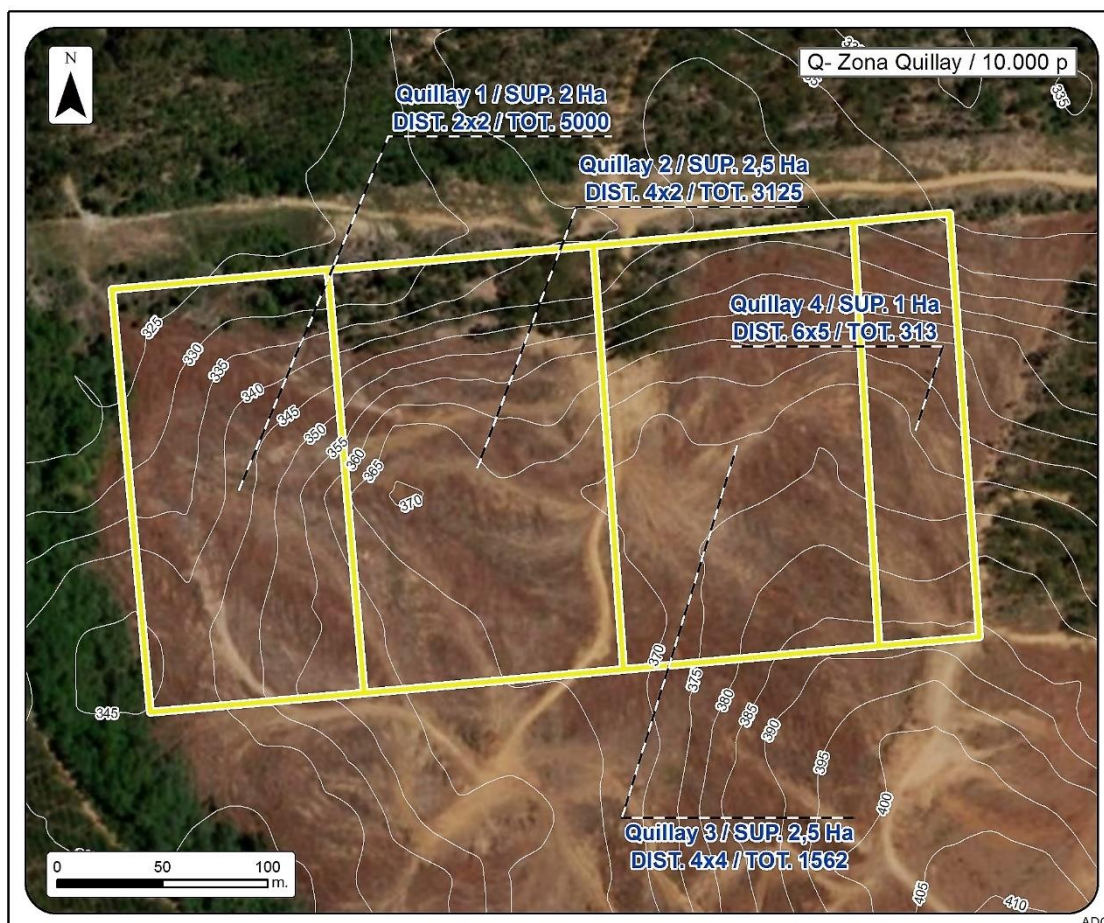


Figura 11. Mapa de reforestación de bosque esclerófilo en Predio Pantanillos. De izquierda a derecha: RF-Q1 (2x2, 2.500 árb/ha), RF-Q2 (2x4, 1.250 árb/ha), RF-Q3 (4x4, 625 árb/ha), RF-Q4 (5x6, 333 árb/ha).

La división de superficies según densidad de establecimiento (Figura 12) resultó de 2 hectáreas. con 5.000 plantas a una densidad de 2.500 árb/ha, 2,5 hectáreas con 3.125 plantas a una densidad de 1.250 árb/ha, 2,5 hectáreas con 1.562 plantas a una densidad de 652 árb/ha, y 1 hectárea con 313 plantas a una densidad de 333 árb/ha. Este último polígono (RF-Q4) no alcanzó las 333 plantas, debido a que se alcanzó antes el stock de 10.000 plantas.



Figura 12. Reforestación de quillay en el Predio Pantanillos. De izquierda a derecha: RF-Q1 (2.500 árb/ha), RF-Q2 (1.250 árb/ha), RF-Q3 (625 árb/ha), RF-Q4 (333 árb/ha).

4 CONCLUSIONES

Las acciones de reforestación en el Predio Pantanillo de la Universidad de Chile, llevadas a cabo por la Fundación Reforestemos a seis meses ocurrido el megaincendio denominado “tormenta de fuego” en la zona Centro-Sur de Chile, contribuye como una acción activa de restauración temprana, frente a la pérdida y degradación de diversidad biológica y funciones ecosistémicas que precede un evento de estas características.

La reforestación y plantación suplementaria de bosque maulino se puede considerar como un aporte en la conservación de este tipo de ecosistemas, altamente degradados.

El sistema de plantación empleado en la reforestación y plantación suplementaria de bosque maulino, ha resultado altamente eficiente en la intención de establecer una plantación de distribución aleatoria, imitando las condiciones naturales de establecimiento de los individuos. A su vez, su implementación logística se ha logrado sin dificultades, lo que demuestra su replicabilidad en reforestaciones futuras de bosque nativo.

Por otra parte, la mezcla de especies utilizadas para la reforestación refleja la composición natural del bosque maulino, lo que, a futuro, pueda expresarse en una heterogeneidad del bosque establecido.

La reforestación de bosque esclerófilo, por su parte, si bien no presenta una composición de especies o distribución aleatoria, resulta una propuesta interesante si se considera como un modelo de aprovechamiento sustentable del recurso nativo, pues quillay es considerada una especie potencial y estratégica, desde el punto de vista de adaptación climática, tasa de crecimiento, captura de carbono, generación de productos forestales no madereros e interés industrial (saponina).

A partir de evaluaciones futuras de las reforestaciones realizadas en el Predio Pantanillos se podrá concluir sobre las densidades de plantación, sistemas de plantación y mezcla de especies utilizadas, y servir de referencia para nuevos proyectos de reforestación con bosque nativo. Por lo que esta experiencia se considera clave en acciones de conservación futuras.

5 BIBLIOGRAFÍA

- Amigo, J., San Martín, J. y Quintanilla, L. 2000. Estudio fitosociológico de los bosques de *Nothofagus glauca* (Phil.) Krasser del Centro-Sur de Chile. *Phytocoenologia* 30(2): 193-221.
- Castillo, M., Garfias, R., Bown, H., Ruíz, F., Mahias, E. y Hernández, C. 2017. Análisis de las afectaciones post-fuego en el Predio Pantanillos de la Universidad de Chile y recomendaciones de restauración. Informe técnico, Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza, Universidad de Chile.
- Corporación Nacional Forestal (CONAF) 2017. Análisis de la Afectación y Severidad de los Incendios Forestales ocurridos en enero y febrero de 2017 sobre los usos de suelo y los ecosistemas naturales presentes entre las regiones de Coquimbo y Los Ríos de Chile. Informe Técnico. 56 p. Santiago, Chile.
- Correa, C. y Martínez, A. 2013. Información tecnológica de productos forestales no madereros del bosque nativo de Chile. Antecedentes silvícolas y tecnológicos del *Quillaja saponaria* Mol. Proyecto CONAF-INFOR. Santiago, Chile.
- Donoso, C. 2015. Estructura y dinámica de los Bosques del Cono Sur de América. Edición Universidad Mayor. 406 p.
- Fernández, I., Morales, N., Olivares, L., Gómez, M. y Montenegro, G. 2010. Restauración ecológica para ecosistemas nativos afectados por incendios forestales. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Dirección de Investigación y Postgrado, Dirección de Extensión.
- Instituto Forestal (INFOR). 2016. El sector forestal chileno. Estadísticas forestales. [En línea] <http://wef.infor.cl/sector_forestal/sectorforestal.php#/0> [Fecha de consulta: 28 de septiembre del 2017].
- Litton, C. y Santelices, R. 1996. Comparación de las comunidades vegetales en bosques de *Nothofagus glauca* (Phil.) Krasser en la Séptima Región de Chile. *Bosque* 17(2): 77-86.
- Olave P. 2011. Análisis comparativo de la diversidad florística en rodales de pino radiata (*Pinus radiata* D.Don) y hualo (*Nothofagus glauca* (Phil.) Krasser) en la Estación Experimental Dr. Justo Pastor León. Memoria para optar al Título Profesional de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza, Universidad de Chile. Santiago, Chile.
- Pérez, J., Bown, H. 2015. Guía para la restauración de los ecosistemas andinos de Santiago. Proyecto Conaf 022/2012. 115p. Santiago de Chile.
- Quintana, A. 2008. Biomasa aérea y contenido de carbono en una plantación de siete años de *Quillaja saponaria* Mol. del secano interior de Chile Central. Memoria para optar al título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile.

ANEXO I

I. Distribución de árboles plantados por especie en reforestaciones y plantación suplementaria de bosque maulino (RF: reforestación; PS: plantación suplementaria).

Actividad - Polígono	Densidad [árb/ha]	Hualo (83%)	Peumo (6%)	Radal (5%)	Maqui (3%)	Litre (2%)	Arrayán (1%)	Total	Superficie [ha]	Total [árboles]
RF-A1	1.300	1.079	78	65	39	26	13	1.300	2	2.600
RF-A2	1.700	1.411	102	85	51	34	17	1.700	1,5	2.550
RF-A3	2.500	2.075	150	125	75	50	25	2.500	1,5	3.750
RF-B1	1.300	1.079	78	65	39	26	13	1.300	2	2.600
RF-B2	1.700	1.411	102	85	51	34	17	1.700	1,5	2.550
RF-B3	2.500	2.075	150	125	75	50	25	2.500	1,5	3.750
PS-C1	300	249	18	15	9	6	3	300	2	600
PS-C2	500	415	30	25	15	10	5	500	1,5	750
PS-C3	900	747	54	45	27	18	9	900	1,5	1.350
TOTAL									15	20.500

ANEXO II

II.1 Especies utilizadas bosque maulino



Hualo
(*Nothofagus glauca*)



Peumo
(*Cryptocarya alba*)



Radal
(*Lomatia hirsuta*)



Maqui
(*Aristotelia chilensis*)



Litre
(*Lithraea caustica*)



Arrayán
(*Luma apiculata*)

II.2 Especie utilizada bosque esclerófilo



Quillay
(*Quillaja saponaria*)



FUNDACION
REFORESTEMOS