



UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
INGENIERÍA EN CONSERVACIÓN DE RECURSOS NATURALES

**SUPERVIVENCIA Y CRECIMIENTO DE ESPECIES NATIVAS A CINCO
AÑOS POST-RESTAURACIÓN EN LA COMUNA DE FLORIDA, REGIÓN DEL
BIOBÍO**

Tesis presentada a la Facultad de Ciencias Forestales de la
Universidad de Concepción para otorgar el título profesional de
Ingeniera en Conservación de Recursos Naturales

POR: Catalina Fernanda Gómez Macaya

Profesor Guía: Eduardo Arturo Peña Fernández

Octubre, 2023

Concepción, Chile

© 2023 Catalina Fernanda Gómez Macaya

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento

**SUPERVIVENCIA Y CRECIMIENTO DE ESPECIES NATIVAS CINCO AÑOS
POST-RESTAURACIÓN EN LA COMUNA DE FLORIDA, REGIÓN DEL
BIOBÍO**

Profesor Guía

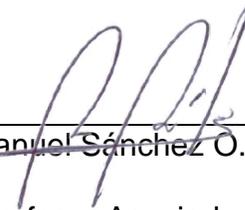


Eduardo Peña F.

Profesor Asociado

Ingeniero Forestal, Dr

Profesor Guía



Manuel Sánchez O.

Profesor Asociado

Ingeniero Forestal, Dr.

AGRADECIMIENTOS

Primero que todo, quiero agradecer a Dios, por acompañarme en todo mi proceso universitario, sobre todo en aquellos momentos difíciles que me hicieron dudar sobre si lograría llegar al final de la carrera.

Agradezco a mi tutor Eduardo Peña, por su paciencia, conocimientos y apoyo brindados, gracias por haber confiado en mí y guiarme en esta etapa final de mi formación. A mi tutor Manuel Sánchez, por sus consejos y ayuda otorgadas en este proceso de investigación.

Agradezco profundamente a mi familia, por su apoyo en todo momento, y en especial a mi madre, Ximena Macaya, que fue un pilar fundamental en todo este proceso, por su confianza incondicional y su fe en mí no habría sido posible llegar a este punto. Por todas las noches en las que revisabas la tesis y me dabas retroalimentación, por las veces que dejabas de lado tu trabajo para ayudarme con el mío. Sin ti no habría sido posible terminar esta carrera. A mi hermana Sofía por su compañía y atenciones conmigo. A mi papá José, por esas tardes de conversaciones y su apoyo.

Por último, pero no menos importante, agradezco a la señorita Patricia Espinoza, que generosamente me ayudaba cuando enviaba correos al profesor Peña recordándole mis mensajes.

A todas las personas mencionadas, y a quienes no alcance a nombrar, pero fueron parte de mi aprendizaje, les estoy profundamente agradecida

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. METODOLOGÍA.....	9
2.1 Descripción del área de estudio	9
2.2 Ubicación y caracterización de las parcelas muestreadas	10
2.3 Ubicación y caracterización de las parcelas muestreadas	15
2.4. Supervivencia y crecimiento de las especies incluidas en la restauración por núcleos.	16
2.5. Procesamiento de datos.	16
III. RESULTADOS.....	19
3.1. Levantamiento de información en terreno	19
3.2 Supervivencia por predios	23
3.3 Diámetro a la altura del cuello por especies	25
IV. DISCUSIÓN	35
4.1 Supervivencia por predios	35
4.2 Diámetro a la altura del cuello por especies.	38
4.3 Altura promedio por especies.	39
V. CONCLUSIONES.....	42
VI. GLOSARIO	44
VII. BIBLIOGRAFÍA	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación georreferenciada del sitio de muestreo en predio “La Tuna”	11
Tabla 2. Ubicación georreferenciada del sitio de muestreo predio Mahuidanche”	13
Tabla 3. Registro de especies utilizadas en la restauración del predio La Tuna, comuna de Florida-Región del Biobío.....	21
Tabla 4. Registro de especies nativas utilizadas en la restauración del predio Mahuidanche, comuna de Florida-Región del Biobío.....	23
Tabla 5. Análisis de intervalos de confianza, Sector Sur en predio La Tuna, comuna de Florida-Región del Biobío	24
Tabla 6 Análisis de intervalos de confianza, Sector Norte en predio La Tuna, comuna de Florida-Región del Biobío.....	25
Tabla 7. Supervivencia en predio Mahuidanche, comuna de Florida-Región del Biobío	25
Tabla 8. Diámetro promedio a la altura al cuello por especie/sector en predio La Tuna, comuna de Florida-Región del Biobío	27
Tabla 9. Diámetro promedio a la altura del cuello por especie en predio Mahuidanche, comuna de Florida-Región del Biobío	29
Tabla 10. Altura promedio por especie en predio La Tuna, comuna de Florida-Región del Biobío.....	31
Tabla 11. Altura promedio (cm) por especie en predio Mahuidanche, comuna de Florida-Región del Biobío	33

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1. Ubicación de las parcelas de muestreo en la comuna de Florida, Región del Biobío	10
Figura 2. Catastro Vegetacional SIT CONAF 2015, en predio La Tuna, comuna de Florida-Región del Biobío.	12
Figura 3. Catastro Vegetacional SIT CONAF 2015, en predio Mahuidanche, comuna de Florida-Región del Biobío.	14
Figura 4. Sitio de muestreo predio La Tuna, Comuna de Florida, Región del Biobío. ..	20
Figura 5. Sitio de muestreo predio Mahuidanche, Comuna de Florida, Región del Biobío.	22
Figura 6. Supervivencia de la restauración de especies nativas en sector Norte y Sur, predio La Tuna, comuna de Florida-Región del Biobío.	24
Figura 7. Diámetro promedio a la altura del cuello por especie en sector Norte, predio La Tuna, comuna de Florida-Región del Biobío.	26
Figura 8. Diámetro promedio a la altura del cuello por especie en sector Sur, predio La Tuna, comuna de Florida-Región del Biobío.	27
Figura 9. Registro de Luma apiculata predio La Tuna, comuna de Florida-Región del Biobío	28
Figura 10. Diámetro promedio a la altura del cuello por especie en predio Mahuidanche, comuna de Florida-Región del Biobío.....	29
Figura 11. Altura promedio por especie en Sector Norte, predio La Tuna, comuna de Florida-Región del Biobío	30
Figura 12. Altura promedio por especie en Sector Sur, predio La Tuna, comuna de Florida-Región del Biobío	31
Figura 13. Altura promedio por especie en predio Mahuidanche, comuna de Florida-Región del Biobío.	32
Figura 14. Registro de Vachellia caven en predio Mahuidanche, comuna de Florida-Región del Biobío	34

RESUMEN

Las perturbaciones cumplen un rol fundamental en los ecosistemas, dentro de estos eventos destacan los incendios forestales, debido a que el fuego modifica la estructura y composición del bosque. El objetivo de este estudio fue determinar la supervivencia y crecimiento de especies nativas establecidas a través de una restauración en núcleos, cinco años después del gran incendio ocurrido en el año 2017 en la zona de Florida, Región del Biobío, Chile. Los principales resultados presentan que el predio la Tuna mostró una diferencia significativa de porcentaje de supervivencia entre la zona sur (53,0%) y norte (35,7%). Asimismo, la alta supervivencia en el predio Mahuidanche (88,58%) determino que los elementos utilizados para la protección de las especies plantadas marco la diferencia. En cuanto a la altura promedio, la especie *Nothofagus obliqua*, registró la mayor altura promedio en el predio La Tuna, mientras que en Mahuidanche, cinco especies superaron el metro de altura promedio, siendo el máximo *Quillaja saponaria*. Por último, el diámetro a la altura al cuello, la especie *N. obliqua*, registró el promedio más alto (3,13 cm.), en el sector sur del predio La Tuna, y la especie *Escallonia pulverulenta*, (2,56 cm.) en Mahuidanche. Como conclusión, se puede mencionar que la supervivencia y crecimiento de las especies requieren para su restauración, incorporar elementos que no se encuentran en el paisaje de forma natural, así como también se confirma que *N. obliqua* es una especie

que se debería incorporar en las restauraciones de sitios degradados donde estaba presente en forma natural.

ABSTRACT

Disturbances play a fundamental role in ecosystems, among which forest fires stand out, because fire modifies the structure and composition of the forest. The objective of this study was to determine the survival and growth of native species established through core restoration, five years after the great fire occurred in 2017 in the area of Florida, Biobío Region, Chile. The main results present that the La Tuna property showed a significant difference in survival percentage between the southern (53.0%) and northern (35.7%) zones. Likewise, the high survival rate in the Mahuidanche property (88.58%) determined that the elements used for the protection of the planted species made the difference. In terms of average height, the species *Nothofagus obliqua* had the greatest average height on the La Tuna property, while on Mahuidanche, five species exceeded one meter in average height, the maximum being *Quillaja saponaria*. Finally, the diameter at neck height, the species *N. obliqua*, recorded the highest average (3.13 cm.), in the southern sector of La Tuna, and the species *Escallonia pulverulenta*, (2.56 cm.) in Mahuidanche. In conclusion, it can be mentioned that the survival and growth of the species require for their restoration, the incorporation of elements that are not found naturally in the landscape, as well as confirming that *N. obliqua* is a species that should be incorporated in the restoration of degraded sites where it was naturally present.

I. INTRODUCCIÓN

Las perturbaciones o disturbios naturales cumplen un rol fundamental en los ecosistemas, porque pueden ser un evento relativamente discreto que produce una alteración o disrupción en la estructura de la población, comunidad o ecosistema, cambiando la disponibilidad de recursos. Estas perturbaciones tienen como objetivo mantener la heterogeneidad de las condiciones ambientales en el espacio y tiempo (Brotons et al., 2005). Al ocurrir este tipo de eventos en el paisaje, se crean condiciones locales que pueden ser adecuadas o beneficiosas para algunas especies, que, de acuerdo con factores como la fidelidad al sitio o la capacidad de colonización, permiten la migración de especies a nuevos lugares donde no residían originalmente.

Dentro de estos eventos destacan los incendios forestales, ya que el fuego es el mayor agente de perturbación (Brotons et al., 2005), esto debido a que a su paso modifica la estructura y composición del bosque (Brawn et al., 2001), razón por la cual se le considera el mayor agente causante de gran parte de la pérdida de hábitat (Perfetti-Bolaño et al., 2013) por la gran extensión de vegetación que destruye anualmente. No obstante lo anterior, es necesario señalar que el fuego es un importante regulador de ecosistemas, y su impacto va a depender del grado y ocurrencia de los incendios (Castillo et al., 2003), que van a determinar los procesos de adaptación y selección natural de la vegetación (Olmo et al., 2011).

Por otra parte, es importante el “régimen de fuego” que es un término que tiene relación con las “características espacio- temporales de un incendio ocurrido en una zona en específico por un periodo de tiempo” (Olguín, 2013). Las variables que definen el alcance del régimen según Fernández 2010 son los siguientes:

- Frecuencia: corresponde al número de incendios ocurridos en un periodo de tiempo en alguna zona en específico.
- Magnitud: se mide en intensidad (energía liberada) y severidad (el grado de modificación del ecosistema)
- Tamaño del incendio: como indica su nombre es la cantidad de área abarcada por el incendio
- Estacionalidad: está vinculado con las condiciones climáticas y la cantidad de combustible en la vegetación
- Patrones espaciales: asociados a la distribución de los incendios

Así como existen variables para definir un régimen de fuego, también los hay para caracterizar los tipos de incendios más comunes, los cuales corresponden a tres tipos:

- Incendio de copa: pueden ocurrir, principalmente en vegetación leñosa densa, pasando de una copa a otra, quemando toda la parte superior de los árboles.
- Incendio de superficie: principalmente el fuego quema la parte superior del suelo, donde se puede encontrar hojarasca, arbustos, etc. Importante mencionar en este punto que, si la hojarasca es “gruesa”, es posible que las semillas puedan salvarse de las quemaduras, ya que la intensidad del fuego es menor.
- Incendio subterráneo: lo característico de este tipo de incendio es que el fuego quema todo lo que es materia orgánica aun cuando éste, se encuentre húmedo, formando combustión sin llamas.

Con respecto a la vegetación, esta responde de manera diferente al fuego, puesto que las habilidades de tolerancia y los mecanismos que estas poseen variarán, aun siendo de la misma especie, debido a factores como la topografía, frecuencia, intensidad, clima, tamaño de la planta, entre otros (Fernández et al., 2010). Dichos parámetros afectarán las adaptaciones de resistencia al fuego, en términos de cobertura y estructura de los hábitats, con vegetación más abierta, que con el tiempo se podrá regenerar por medio de diferentes tipos de mecanismos de persistencia que tengan las especies ante el fuego, volviendo a su estructura anterior (Herrando et al., 2002). No obstante, se debe considerar que los hábitats, son distintos en cuanto a retorno de su estado inicial, debido a

que varían según el tipo de sustrato, comunidades animales, especies vegetales, etc.

Considerando lo anterior, el primer mecanismo que se produce es el “rebrote”, este ocurre a partir de una yema que se encuentra en la base del tallo, cuya capacidad para rebrotar después de un incendio es fundamental para la persistencia en el ecosistema, más cuando son frecuentes este tipo de eventos (Olguín, 2013). Estos rebrotes suelen crecer un poco más rápido que las plántulas, volviendo a ocupar sus espacios de forma casi instantánea (Bond & Midgley, 2001), favoreciendo el auto reemplazo de las especies. El segundo mecanismo, corresponde a la “germinación”, atribuido a la liberación de semillas que se encuentran en la planta. Esto último es de gran importancia, ya que la habilidad de almacenar un banco de semillas resistentes al fuego es clave porque ayuda en la persistencia en zonas con incendios frecuentes. Este mecanismo es exitoso cuando las condiciones de temperatura y humedad son ideales, es decir en otoño y primavera. Es importante mencionar que, en este mecanismo, el fuego tiene una estimulación indirecta, ya que después del evento, hay un aumento en la luminosidad al suelo, lo que conlleva a oscilaciones de temperatura, además de reducir la competencia y aumentar la disponibilidad de nutrientes en el suelo (Daubenmire, 2001). Todo este proceso, es aprovechado por la semilla, favoreciendo la germinación.

Estos procesos ayudan a que las especies puedan restablecerse rápidamente en los espacios abiertos que dejan los incendios, y en algunas oportunidades aumentando su tamaño poblacional en relación al estado previo al incendio (Fernández et al., 2010). Sin embargo, se debe tener en cuenta, que algunas de estas adaptaciones están ligadas a otros factores, como en el caso de la zona mediterránea de Chile, cuya respuesta post incendio de las especies rebrotadoras estaban ligadas a temporadas de sequía, haciendo que las plantas pudieran adaptarse mejor (Olgún, 2013). En este sentido, las especies germinadoras, son más resistentes a las perturbaciones, por cuanto tienen la capacidad de poder tolerar largos periodos de tiempo sin reclutamiento, por lo que tienden a preservar la diversidad genética, aun en poblaciones pequeñas (Bond & Midgley, 2001).

Por otra parte, es importante señalar, que el incendio, es muy importante, para especies, donde el reclutamiento depende del fuego, ya que la germinación es estimulada por la ola de calor (Wright et al., 2021). Para estas especies, el fuego puede potenciar el reclutamiento, debido al banco de semillas viables que pueden ser germinadas por las condiciones favorables post incendio. Según Céspedes (2012), “las especies que hayan sido liberadas de la dormancia, producto del fuego, estarán listas para germinar en otoño”, esto debido a que la lluvia de esa temporada generará condiciones térmicas cálidas ideales para la germinación, cuyo éxito de supervivencia estará estrechamente ligado a las temperaturas y

precipitaciones, particularmente en el primer año post incendio. Si es exitoso, pasado el primer verano, la tasa de supervivencia aumenta. Las plantas brotadoras, por el contrario, muestran poca respuesta en el corto plazo en las poblaciones persistentes, ya que aun cuando puedan ser favorecidas por el fuego, también se ven afectadas por las condiciones ambientales y fisiológicas posterior al incendio (Pausas & Bradstock, 2007).

Los incendios en los últimos años se han ido desarrollando con más frecuencia e intensidad, siendo en gran parte provocados por descargas eléctricas o acciones humanas (Mora et al., 2019). Según estudios se estima que estos irán en aumento, producto del cambio climático hoy en día (Hoegh-Guldberg et al., 2008), haciéndose cada vez más extensos y severos (Stephens et al., 2013). En el caso de Chile, este aumento en la frecuencia de incendios fue más notorio en el año 2017, por la ola de incendios simultáneos que sufrió el país en las regiones de O'Higgins, Maule y Biobío, con alrededor de 120 incendios simultáneos, entre el 18 de enero y 5 de febrero de 2017, que abarcaron más de 467.000 hectáreas, de las cuales 280.555 ha. fueron plantaciones, 77.131 ha de bosque nativo, 76.556 ha de praderas y matorrales, 31.516 ha de terrenos agrícolas y 1.779 ha a otros usos (áreas urbanas, humedales, áreas sin vegetación) (CONAF, 2017). Particularmente, para la Región del Biobío, la superficie quemada fue de 99.480 ha, de acuerdo con las cifras entregadas por CONAF, donde las tres principales

coberturas fueron plantaciones con 60.280 ha, bosques nativos con 12.894 ha y praderas – matorrales con 15.177 ha (CONAF, 2017).

Considerando que estos eventos van en aumento, no existen suficientes estudios en relación con las consecuencias que este tipo de perturbaciones produce en la vegetación. En general, suele hablarse sobre las consecuencias negativas tanto para los ecosistemas, como para la sociedad (Main, 2009). Si bien estos hechos son lamentables, es importante estudiar los efectos positivos que se pueden dar en algunos ecosistemas boscosos, en cuanto a modificación de hábitat y recambio de poblaciones de especies (Main, 2009).

En Chile, la investigación sobre las consecuencias en la vegetación post incendio se lleva a cabo principalmente en los bosques mediterráneos y templados, donde se logra observar la recolonización a través de mecanismos como el rebrote, como fue el caso de un incendio en bosques Andinos, donde a 3 años del evento, la zona fue recolonizada relativamente rápido gracias a este mecanismo (Novoa Galaz, 2019), o en algunos casos, por reclutamiento vía semillas. No obstante, esta información no es suficiente para generar estrategias necesarias al momento de ocurrir este tipo de eventos, sobre todo en temas de crecimiento post incendio.

Es por ello, que este estudio se centró en evaluar la sobrevivencia y el crecimiento promedio en altura y diámetro de algunas de las especies del bosque caducifolio de una de las zonas afectadas por el mega incendio ocurrido en el año 2017. Esta evaluación se llevó cabo en 2 predios ubicados en la comuna de Florida, donde el fuego abarcó 31.930 hectáreas.

A 5 años surge la interrogante de conocer cómo las especies de flora nativa han logrado volver a establecerse en la zona post incendio.

El objetivo general del presente trabajo fue determinar la supervivencia y crecimiento de especies nativas establecidas a través de una restauración en núcleos, cinco años después del gran incendio ocurrido en el año 2017 en la zona de Florida, Región del Biobío, Chile.

II. METODOLOGÍA

2.1 Descripción del área de estudio

El muestreo se realizó en dos sitios ubicados en la comuna de Florida, en el sector “Canchas de Montero”, localizados al norte de Rinconada de Lucay, Región del Biobío (Figura 1).

La comuna de Florida se inserta en el Secano Costero interior, con un clima mediterráneo muy marcado entre estaciones, concentrando las lluvias en el periodo invernal, y periodos secos y de altas temperaturas prolongadas en la época estival (PLADECO, 2020). Esta condición de clima hace a la comuna más propensa a sufrir ocurrencia de incendios forestales, que con el cambio climático se ha ido agudizando, donde se estima que en el 2050 la temperatura en verano aumentara en promedio 2°C aproximadamente, con una disminución en las precipitaciones de 200 mm (PLADECO, 2020).

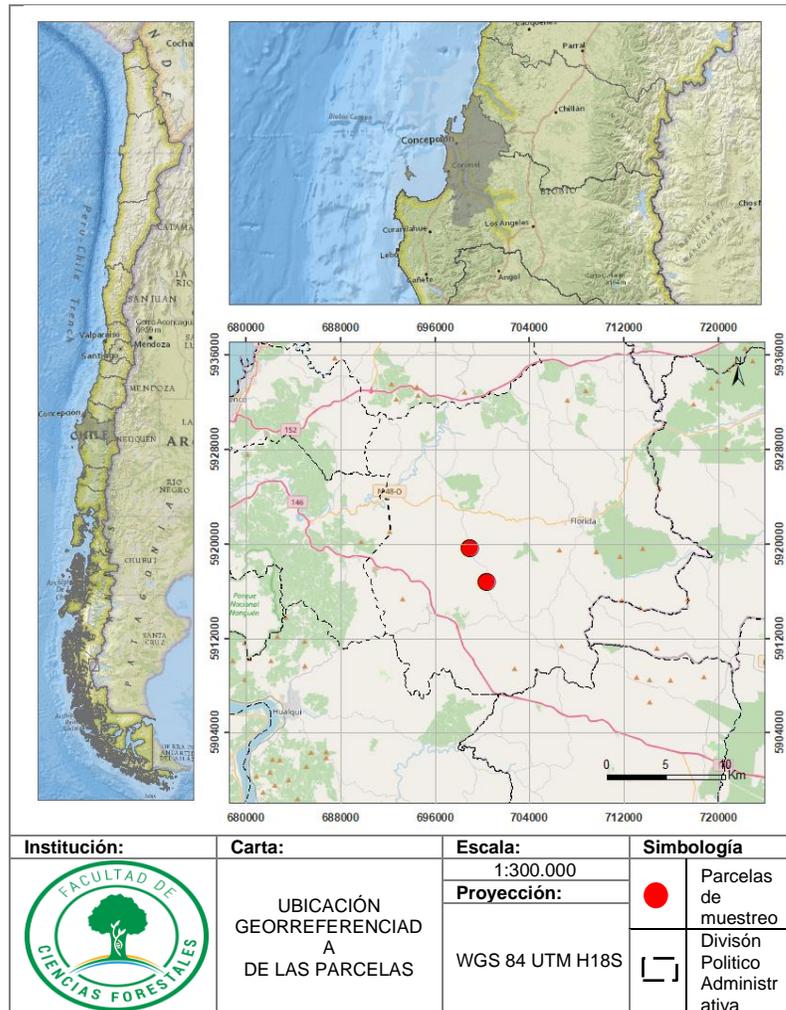


Figura 1. Ubicación de las parcelas de muestreo en la comuna de Florida, Región del Biobío

2.2 Ubicación y caracterización de las parcelas muestreadas

El primer predio “La Tuna” (Tabla 1) que tiene una extensión de 20 ha, fue afectado en su totalidad por el mega incendio del año 2017. Previo al incendio en

el sector, se encontraban especies como: Peumo (*Cryptocarya alba* (Molina) Looser), Litre (*Lithraea caustica* (Molina) Hook. & Arn.), Boldo (*Peumus boldus* Molina), Corontillo (*Escallonia pulverulenta* (Ruiz & Pav.) Pers.), Maqui (*Aristotelia chilensis* (Molina) Stuntz), Roble (*Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst.) y Arrayán (*Luma apiculata* (DC.) Burret).

Tabla 1. Ubicación georreferenciada del sitio de muestreo en predio “La Tuna”

Coordenadas UTM Datum WGS84 18H		
Sitio de muestreo	Norte (m)	Este (m)
La Tuna	5916840.75	700391.81

De acuerdo con el Catastro Vegetacional del Sistema de Información Territorial (SIT) de CONAF, al año 2015 el predio La Tuna registraba un uso de suelo que corresponde principalmente a Plantación con exóticas asilvestradas, rodeado de zonas de matorral, praderas y bosques nativos (Figura 2).

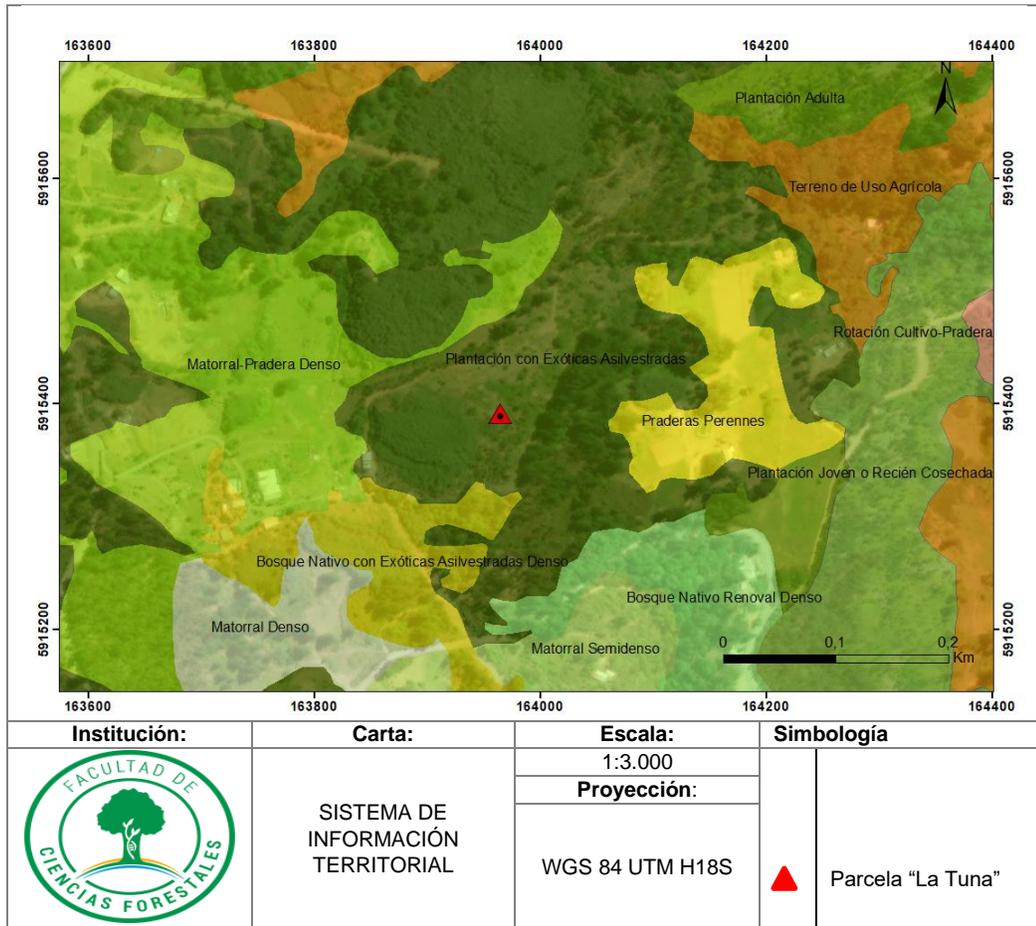


Figura 2. Catastro Vegetacional SIT CONAF 2015, en predio La Tuna, comuna de Florida-Región del Biobío.

Posterior al incendio, se realizó una restauración en septiembre del año 2018 a través del “Programa de Restauración Cerro Cayumanque”, mediante el método de núcleos, con cinco individuos en cada núcleo. Dichos núcleos se hicieron con retroexcavadora con una profundidad entre 50-60 centímetros y un diámetro de un metro aproximadamente.

El segundo sector en el que se llevó a cabo la muestra fue el predio Mahuidanche” (Tabla 2) también afectado por el incendio del 2017, con una extensión de 2,5 ha.

Tabla 2. Ubicación georreferenciada del sitio de muestreo predio Mahuidanche”

Coordenadas UTM Datum WGS84 18H		
Sitio de muestreo	Norte (m)	Este (m)
Parcela Mahuidanche	5919700.86	698966.22

El Catastro Vegetacional del Sistema de Información Territorial (SIT) de CONAF, al año 2015 registraba un uso de suelo que corresponde principalmente a Plantación adulta rodeada de áreas de uso agrícola y plantación adulta o joven (Figura 3).

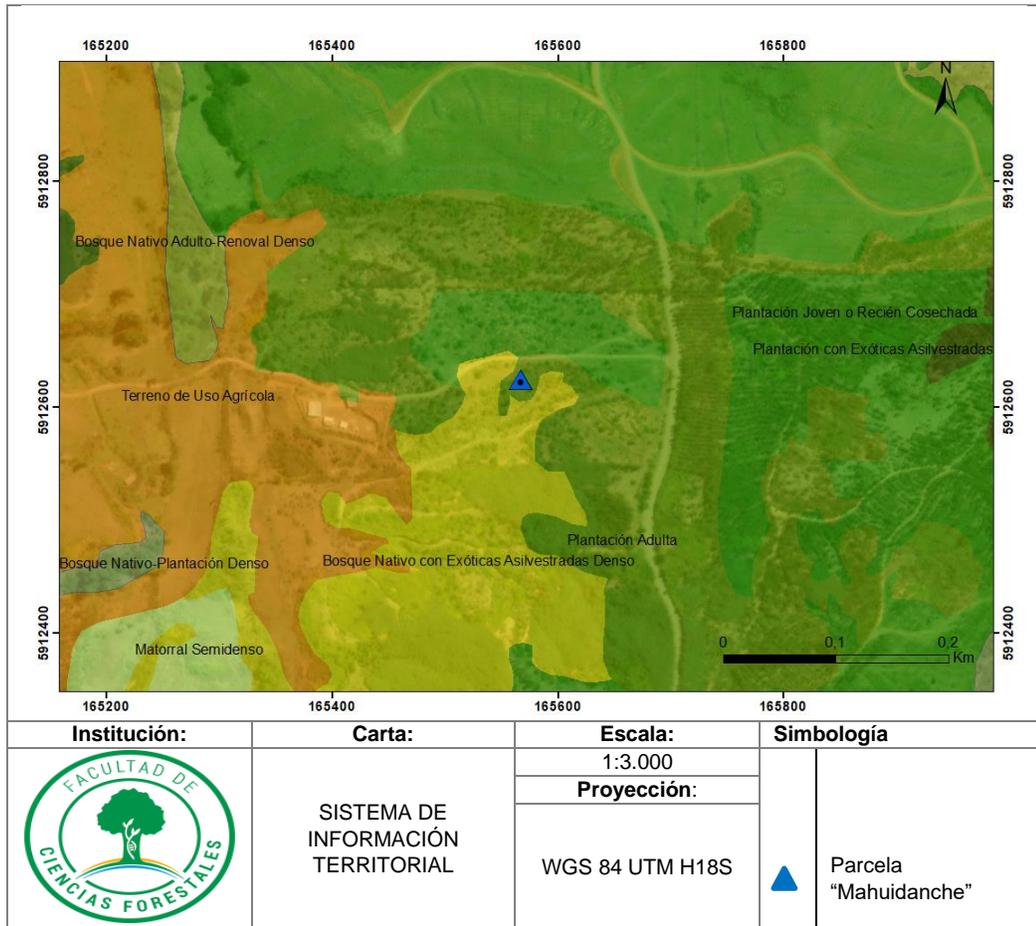


Figura 3. Catastro Vegetacional SIT CONAF 2015, en predio Mahuidanche, comuna de Florida-Región del Biobío.

A través de organizaciones como GEF y Ministerio de Medio ambiente, se realizó una restauración con Quillay (*Quillaja saponaria Molina*), Huayo (*Kageneckia oblonga Ruiz & Pav.*), Maqui (*Aristotelia chilensis*), Corontillo (*Escallonia pulverulenta*), Mayo (*Sophora macrocarpa Sm.*), Corcolén (*Azara serrata Ruiz & Pav*), Espino (*Vachellia caven (Molina) Seigler & Ebinger*) y Huingán (*Schinus polygamus (Cav.) Cabrera*). Importante es mencionar, que no todos los núcleos

tenían la misma cantidad de individuos, identificando núcleos de dos, tres, cuatro, cinco, seis y siete especies. La plantación se realizó a finales del invierno de 2018, por el sistema de núcleos con retroexcavadora, con una profundidad y diámetro de un (1) metro aproximadamente. La diferencia entre el predio La Tuna y el predio Mahuidanche es que en Mahuidanche junto a la restauración la propietaria incorporó una capa de 1-2 cm de mulch (astillas de madera) a cada planta, sumado a una protección con malla raschel, para que pudieran resistir las heladas y tener sombra en el verano y reducir la evaporación del suelo, dada las condiciones extremas de clima presente en la comuna de Florida.

2.3 Ubicación y caracterización de las parcelas muestreadas

Se seleccionaron al azar aproximadamente 40 núcleos en cada uno de los sitios presentes en el predio (según la extensión de cada predio), donde en cada núcleo, se registró la especie, altura total, diámetro a la altura del cuello, estado, crecimiento y supervivencia. Para el muestreo, se utilizó un pie de metro para medir diámetro a la altura del cuello (DAC). Para el caso de la altura, se midió de manera directa con una cinta métrica, dado que los individuos eran menores a 2 metros de altura.

2.4. Supervivencia y crecimiento de las especies incluidas en la restauración por núcleos.

Con el propósito de comparar la supervivencia en cada sector, se registró cada uno de los individuos vivos, de manera de obtener un porcentaje de supervivencia en base al total de individuos plantados en el núcleo (individuos vivos y muertos). Para el caso de la comparación de crecimiento, se realizó por especie, donde se midió la altura desde la base hasta el extremo de la planta, considerando solo el más alto si había más de un vástago, dejando los registros en la misma unidad de medida (centímetros).

Es importante señalar que en el caso del predio “La Tuna”, se subdividió en 2 sectores, Norte y Sur, porque en terreno, a simple vista, se observó que el sector norte presentaba condiciones más extremas lo que se reflejaba en una menor supervivencia que en el sector sur. En el caso del predio Mahuidanche, no fue necesaria la subdivisión, ya que se presentaba la misma condición en toda la superficie.

2.5. Procesamiento de datos.

Los datos registrados en terreno: núcleos, especie, estado, DAC y altura, fueron ingresados en una planilla, para posteriormente subir los datos a Excel y calcular

los parámetros descritos anteriormente. Tanto los registros de altura total y DAC se dejaron en la misma unidad de medida (metros y centímetros respectivamente).

Para evaluar el porcentaje de supervivencia, se determinó en base a la relación entre el número de individuos vivos y el total de ejemplares muestreados, este último incluye tanto individuos vivos como muertos.

$$\text{Porcentaje de supervivencia} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de individuos vivos}}{\text{Total de individuos}} \times 100$$

Para complementar, se realizó un análisis estadístico, calculando el Intervalo de confianza, el cual busca un rango dentro del cual se encuentra el verdadero valor X con un nivel de confianza dado (Cochran, 1977). Se utilizó el software estadístico Infostat con un nivel de significancia del 95%, para poder evaluar las diferencias en la supervivencia en los sectores Norte y Sur del predio “La Tuna”.

Por otra parte, para evaluar el crecimiento, se calculó el promedio de altura y diámetro por especie, para cada sector muestreado.

$$\text{Promedio de altura por especie} = \frac{\text{Suma de altura de la especie}}{\text{Total de individuos de la especie}}$$

$$\textit{Promedio de diámetro por especie} = \frac{\textit{Suma de diámetros de la especie}}{\textit{Total de individuos de la especie}}$$

III. RESULTADOS

3.1. Levantamiento de información en terreno

Las actividades en terreno se ejecutaron en dos fechas, 15 de enero de 2023, en época de verano (predio La Tuna), y 5 de junio de 2023 en temporada de otoño (predio Mahuidanche), donde se realizaron mediciones de altura, DAC y estado fenotípico de las especies presentes, con el objeto de analizar los patrones de crecimiento y supervivencia de las plantas de especies nativas establecidas en la restauración.

En el caso del primer predio, La Tuna (Figura 4), se muestreó un total 87 núcleos, que fueron establecidos con 5 individuos cada uno, en la plantación se utilizó un total de siete (7) especies (Tabla 3). En este sector se registró los datos de DAC y altura de 187 individuos Dada las condiciones de exposición y pendiente, además de la variación en supervivencia, se subdividió en Sector Norte, con 40 núcleos, y Sector Sur con 47 núcleos.



Figura 4. Sitio de muestreo predio La Tuna, Comuna de Florida, Región del Biobío.

Tabla 3. Registro de especies utilizadas en la restauración del predio La Tuna, comuna de Florida-Región del Biobío.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Hábito	Origen	UICN
Fabaceae	<i>Sophora macrocarpa</i>	Mayo	Arbustivo/arbóreo	Endémica	LC
Mytaceae	<i>Luma apiculata</i>	Arrayán	Arbóreo	Nativa	LC
Escalloniaceae	<i>Escallonia pulverulenta</i>	Corontillo	Arbustivo/arbóreo	Endémica	LC
Celastraceae	<i>Maytenus boaria</i>	Maitén	Arbóreo	Nativa	LC
Quillajaceae	<i>Quillaja saponaria</i>	Quillay	Arbóreo	Endémica	LC
Nothofagaceae	<i>Nothofagus obliqua</i>	Roble	Arbóreo	Nativa	LC
Lauraceae	<i>Cryptocarya alba</i>	Peumo	Arbóreo	Endémica	LC

Para el predio Mahuidanche (Figura 5), se logró muestrear 40 núcleos, variando la cantidad de individuos presente en cada uno, desde dos a siete individuos por núcleo. En total en la restauración se utilizó ocho (8) especies (Tabla 4). En este sector se registró los datos de DAC y altura a 194 individuos.



Figura 5. Sitio de muestreo predio Mahuidanche, Comuna de Florida, Región del Biobío.

Tabla 4. Registro de especies nativas utilizadas en la restauración del predio Mahuidanche, comuna de Florida-Región del Biobío.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Hábito	Origen	UICN
Salicaceae	<i>Azara serrata</i>	Corcolén	Arbustivo/arbóreo	Endémica	LC
Escalloniaceae	<i>Escallonia pulverulenta</i>	Corontillo	Arbustivo/arbóreo	Endémica	LC
Fabaceae	<i>Vacchellia caven</i>	Espino	Arbóreo	Nativa	LC
Anacardiaceae	<i>Schinus polygamus</i>	Huingán	Arbustivo	Nativa	LC
Celastraceae	<i>Maytenus boaria</i>	Maitén	Arbóreo	Nativa	LC
Elaeocarpaceae	<i>Aristotelia chilensis</i>	Maqui	Arbustivo/arbóreo	Nativa	LC
Fabaceae	<i>Sophora macrocarpa</i>	Mayo	Arbustivo	Endémica	LC
Quillajaceae	<i>Quillaja saponaria</i>	Quillay	Arbóreo	Endémica	LC

3.2 Supervivencia por predios

Tal como se mencionó, el predio La Tuna, se dividió en sector Norte y Sur, donde se encontró diferencias en la supervivencia de las especies (Figura 6). En el sector Norte, la supervivencia fue de 34,5%, mientras que en el Sur fue de 53,0%, con un total de 106 individuos vivos muestreados. En cuanto al Intervalo de confianza para la diferencia de proporciones de la supervivencia a un nivel del 95%, se observa que existe una diferencia estadísticamente significativa entre ambos sectores (Tabla 5 y Tabla 6).

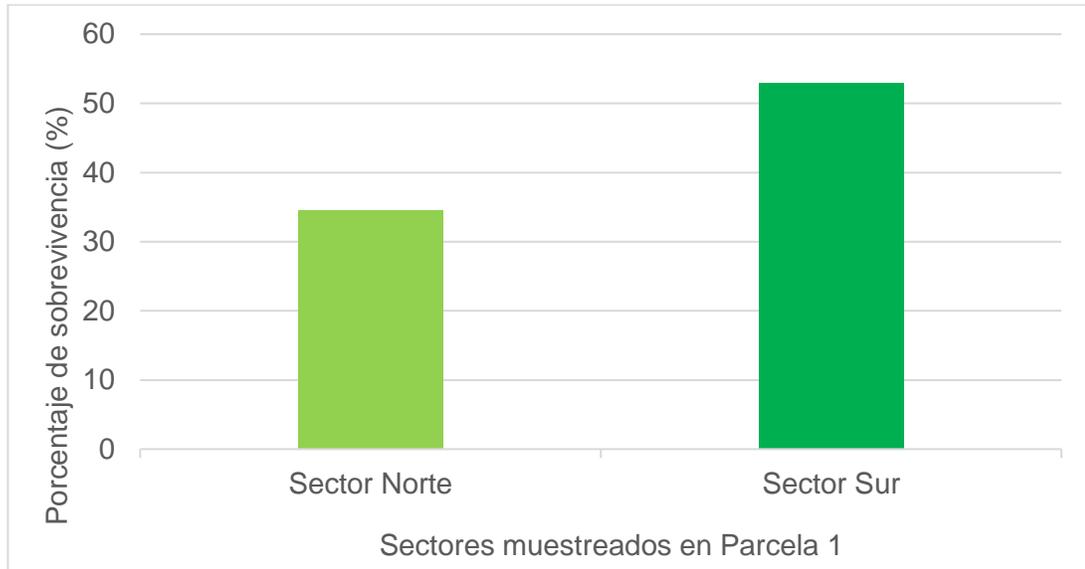


Figura 6. Supervivencia de la restauración de especies nativas en sector Norte y Sur, predio La Tuna, comuna de Florida-Región del Biobío.

Tabla 5. Análisis de intervalos de confianza, Sector Sur en predio La Tuna, comuna de Florida-Región del Biobío

Sector Sur	
N=106	
Media de supervivencia	53%
Lim. Superior	59,8%
Lim. Inferior	46,2%

Tabla 6 Análisis de intervalos de confianza, Sector Norte en predio La Tuna, comuna de Florida-Región del Biobío

Sector Norte	
N=81	
Media de supervivencia	34,4%
Lim. Superior	40,2%
Lim. Inferior	28,8%

Para el predio Mahuidanche, la supervivencia fue de 88,58%, con un total de 194 individuos vivos muestreados (Tabla 7). El alto porcentaje obtenido, se puede atribuir a la incorporación de mulch y protección de sombra con malla raschel, la protección evidentemente favoreció la supervivencia de las especies plantadas.

Tabla 7. Supervivencia en predio Mahuidanche, comuna de Florida-Región del Biobío

Cantidad de individuos	
Individuos vivos muestreados	194
Total de individuos plantados	219
Porcentaje de sobrevivencia	88,58

3.3 Diámetro a la altura del cuello por especies

En cuanto al DAC promedio, para el predio La Tuna, se pudo observar que *N. obliqua* fue el que presentó el mayor valor para esta variable en ambos

sectores, registrándose un máximo de 8 cm en el sector Sur, promediando 2,8 cm en el sector Norte (Figura 7, Tabla 8) y 3,13 cm en el sector Sur (Figura 8, Tabla 8). Mientras que, para las demás especies, no superaron 1,5 cm, siendo *L. apiculata* la especie que registró el menor diámetro promedio (Figura 9), con 0,8 y 0,61 cm en sector Norte y Sur, respectivamente (Tabla 8).

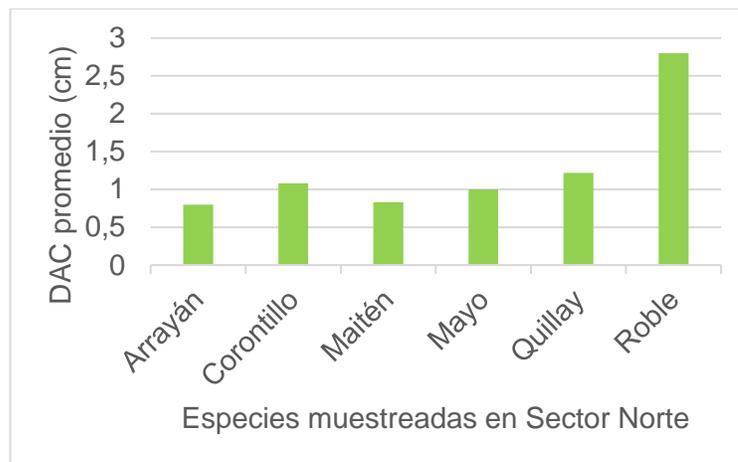


Figura 7. Diámetro promedio a la altura del cuello por especie en sector Norte, predio La Tuna, comuna de Florida-Región del Biobío.

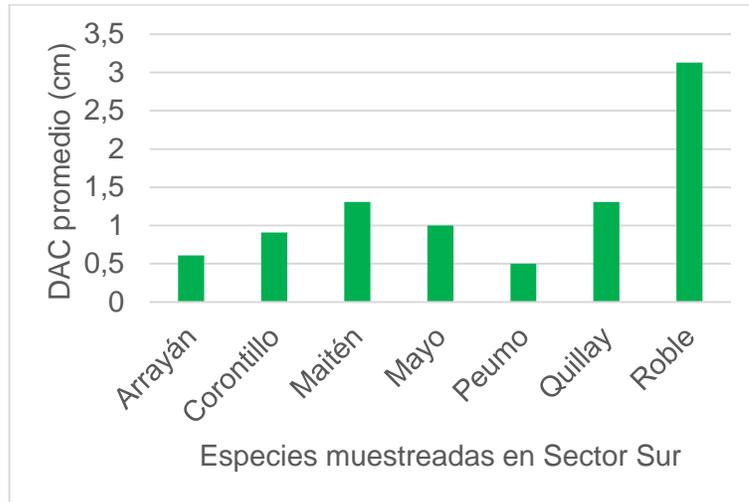


Figura 8. Diámetro promedio a la altura del cuello por especie en sector Sur, predio La Tuna, comuna de Florida-Región del Biobío.

Tabla 8. Diámetro promedio a la altura al cuello por especie/sector en predio La Tuna, comuna de Florida-Región del Biobío

Especies	DAC promedio Sector Norte (cm)	DAC promedio Sector Sur (cm)
Arrayán	0,80	0,61
Corontillo	1,08	0,91
Maitén	0,83	1,31
Mayo	1,00	1,00
Quillay	1,22	1,31
Roble	2,80	3,13
Peumo	-	0,50



Figura 9. Registro de *Luma apiculata* predio La Tuna, comuna de Florida-Región del Biobío

En cambio, diferente fue el escenario que ocurrió en el predio Mahuidanche, donde la gran mayoría supera un (1) centímetro de DAC, siendo *E.*

pulverulenta, *A. chilensis* y *Q. saponaria*, las especies con mayor diámetro promedio registrado (Figura 10), con 2,56; 2,26 y 2,15 cm respectivamente (Tabla 9). A diferencia del predio anterior, en la parcela sólo se detectaron dos (2) especies con diámetro promedio menor a un (1) centímetro, las cuales corresponden a *A. serrata* y *V. caven*, con 0,23 y 0,93 cm de DAC promedio, respectivamente (Tabla 9).

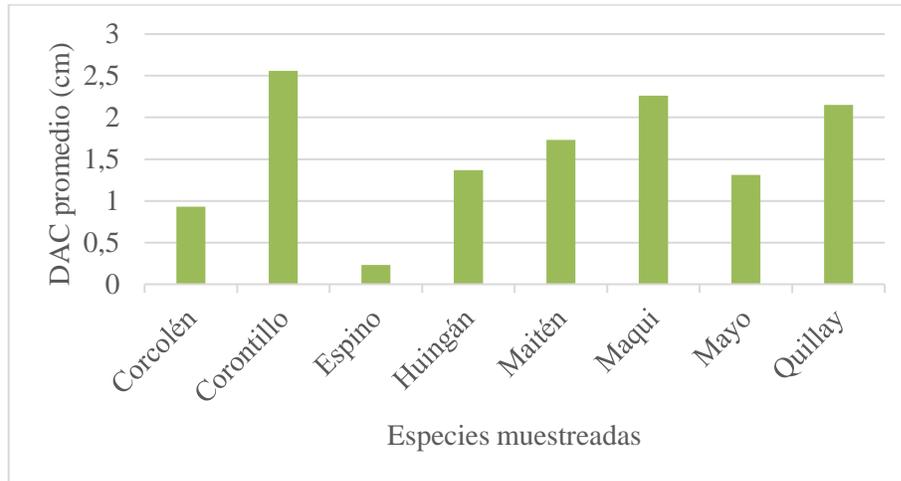


Figura 10. Diámetro promedio a la altura del cuello por especie en predio Mahuidanche, comuna de Florida-Región del Biobío

Tabla 9. Diámetro promedio a la altura del cuello por especie en predio Mahuidanche, comuna de Florida-Región del Biobío

Especies	DAC (cm)
Corcolén	0,93
Corontillo	2,56
Espino	0,23
Huingán	1,37
Maitén	1,73
Maqui	2,26
Mayo	1,31
Quillay	2,15

3.4 Altura promedio por especie.

Para la variable altura, en el predio La Tuna, se observó una diferencia entre los sitios muestreados. En el sector Norte, la altura promedio fue más bien homogénea, a excepción de *N. obliqua* (Figura 11) y en el sector Sur fue más heterogénea (Figura 12), liderando nuevamente *N. obliqua*, con una altura promedio de 1,84 m, seguido de *M. boaria* con 1,16 m (Tabla 10), siendo *C. alba* la que registró la menor altura con 0,12 m.

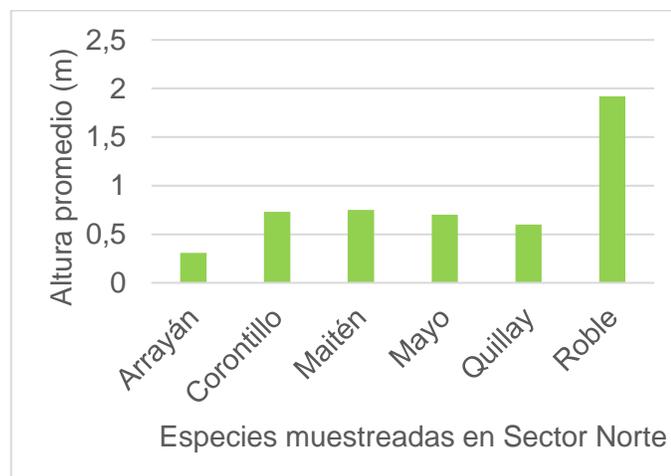


Figura 11. Altura promedio por especie en Sector Norte, predio La Tuna, comuna de Florida-Región del Biobío

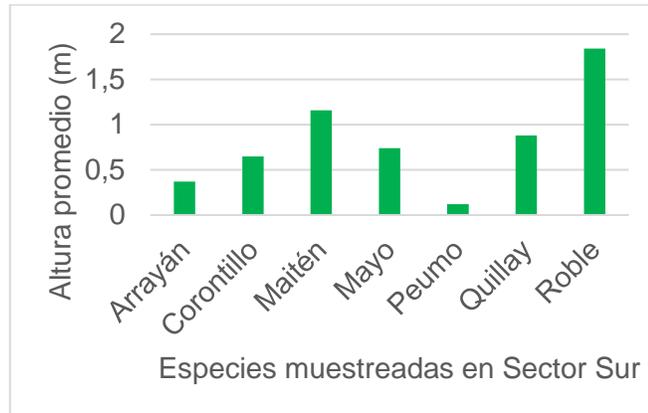


Figura 12. Altura promedio por especie en Sector Sur, predio La Tuna, comuna de Florida-Región del Biobío

Tabla 10. Altura promedio por especie en predio La Tuna, comuna de Florida-Región del Biobío.

Especies	Altura promedio (m)	
	Sector Norte	Sector Sur
Arrayán	0,31	0,37
Corontillo	0,73	0,65
Maitén	0,75	1,16
Mayo	0,70	0,74
Quillay	0,60	0,88
Roble	1,92	1,84
Peumo	-	0,12

Por último, en el predio Mahuidanche, se registraron cuatro especies, que presentaron la mayor altura promedio, *E. pulverulenta*, *M. Boaria*, *A. chilensis* y *Q. saponaria*, todas superando los 1,20 m de alto (Figura 13), siendo la especie *Q. saponaria* la que alcanzó el mayor promedio con 1,66 m de altura (Tabla 11), mientras que *V. caven* promedio 0,21 m, fue la especie de menor altura de todo el muestreo (Figura 14).

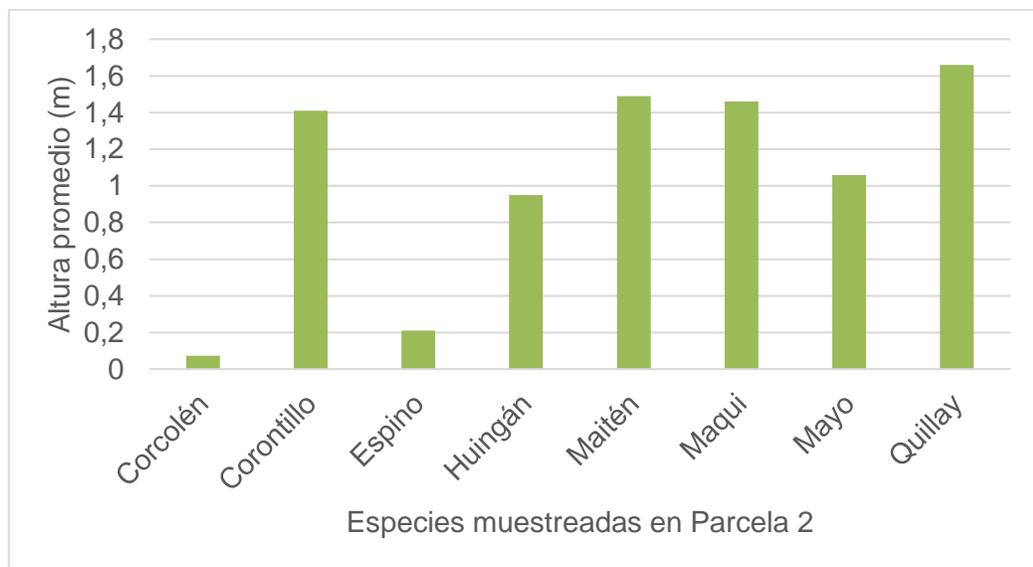


Figura 13. Altura promedio por especie en predio Mahuidanche, comuna de Florida-Región del Biobío.

Tabla 11. Altura promedio (cm) por especie en predio Mahuidanche, comuna de Florida-Región del Biobío

Especies	Altura promedio (m)
Corcolén	0,0735
Corontillo	1,41
Espino	0,21
Huingán	0,95
Maitén	1,49
Maqui	1,46
Mayo	1,06
Quillay	1,66



Figura 14. Registro de *Vachellia caven* en predio Mahuidanche, comuna de Florida-Región del Biobío

IV. DISCUSIÓN

4.1 Supervivencia por predios

Después de evaluar las restauraciones realizadas en el período 2018 tanto el predio La Tuna como el predio Mahuidanche, se aprecia una notoria diferencia en supervivencia de las especies, donde se puede destacar la importancia de incorporar los siguientes elementos de protección:

- Mulch: capa de materia orgánica que propicia condiciones de microclima, retiene la humedad y disminuye la cantidad de radiación solar en la especie (Ojeda et al., 2014).
- Protección techada: proporciona sombra y regula la temperatura, a través de una malla raschel.
- Protectores plásticos: cuyo objetivo es evitar que la especie sea ramoneada por roedores o algún otro animal.

Se puede observar que al incorporar elementos adicionales estos permiten asegurar el establecimiento exitoso del individuo (Filgueira & Hidalgo, 2016), que están bajo condiciones de estrés hídrico que existe durante el verano, siendo un factor que influye en el éxito de la supervivencia de las especies en una restauración. Esto se pudo comprobar en la alta supervivencia que obtuvo el

predio Mahuidanche, con 88,58% de supervivencia, por cuanto las condiciones de suelo mejoraron, reteniendo la humedad, reduciendo la temperatura, y también la luz solar directa.

En cuanto al predio la Tuna, tanto los resultados del intervalo de confianza como de las medias, muestran una diferencia significativa del porcentaje de supervivencia entre la zona sur y norte, de lo cual se infiere que uno de los factores responsables, podría ser el lugar donde estaban plantadas las especies, en el caso de la zona norte estaban en una pendiente, donde se atribuye que la luz del sol generaba mayor exposición a altas temperaturas en comparación con los plantados en la parte alta de la zona sur donde la exposición era menor. Según (Bannister, 2015), en un estudio de restauración realizado en Chile, es importante reconocer el lugar donde se hará la restauración, por ejemplo, en bosques de monte, existe un mejor drenaje proporcionado por la cobertura de copas, a diferencia de las áreas descubiertas. Esto concuerda con lo menor supervivencia observada del predio la Tuna en comparación al predio “Mahuidanche” debido a que el sitio se encontraba descubierto de cobertura vegetal, producto del incendio, disminuyendo considerablemente la sombra que ayuda a evitar el estrés hídrico (Vargas et al., 2017). Por ello, se debe tener en consideración plantar los nuevos individuos bajo el dosel de especies pioneras que ya se encuentran en el sitio, actuando como nodrizas al proporcionarles

sombra que disminuirán la mortalidad por estrés hídrico (Bustamante-Sánchez et al., 2011; Inostroza, 2021).

Otro factor a considerar es que las semillas sembradas en “La Tuna” estuvieron sometidas a presiones de depredación por roedores (Cóbar-Carranza et al., 2015), lo que pudo haber incidido en el bajo porcentaje de supervivencia a diferencia del predio “Mahuidanche”, donde los individuos estaban rodeados de un protector de plástico, evitando el ramoneo de los roedores.

Un factor relevante que se debe considerar es la correcta selección de especies al momento de planificar una restauración, más aún en zonas donde la temperatura y agua en los meses de verano son elementos críticos. Las especies seleccionadas en ambos predios (La Tuna y Mahuidanche) en su mayoría, demostraron una respuesta favorable dado su potencial de adaptación frente a condiciones de sequía, tales como *Q. saponaria*, *E. pulverulenta*, *S. polygamus* y *N. obliqua*, siendo más favorecidas en el predio Mahuidanche, dada las intervenciones de protección mencionadas anteriormente.

Otro elemento que se debe considerar al momento de realizar una restauración es la fecha en la que se plantarán los individuos, en el caso de especies nativas debe ser llevada a cabo entre fines de mayo y la primera quincena de agosto, ya que hay más humedad en el suelo (Inostroza, 2021). En el caso de La Tuna, la

intervención fue tardía, ya que se llevó a cabo en el mes de septiembre no encontrándose las condiciones favorables para que las especies desarrollen su crecimiento radicular, que es lo que permite que las plantas puedan obtener agua y nutrientes del suelo (Rizzardi & Calvo, 2019). Este crecimiento es importante tenerlo en consideración, debido a que las nuevas plántulas se enfrentan a un gran estrés hídrico, dado que las napas se encuentran a mayor profundidad. Esta condición, podría explicar por qué en el predio La Tuna, la supervivencia no fue tan alta, por ejemplo, en el sector Norte fue de un 35,7%, donde las especies no lograron desarrollar un sistema radicular que les permitiera captar agua y nutrientes por lo tardío de la plantación. Lo anterior, se ratifica por el crecimiento del replante que se realizó en el segundo año en el mes de julio, donde los individuos plantados mostraban mejor crecimiento que los plantados el año anterior, especialmente el caso de *Q. saponaria*.

4.2 Diámetro a la altura del cuello por especies.

Los resultados obtenidos, muestran que en el predio La Tuna, la especie *N. obliqua* obtuvo el promedio más alto de DAC, siendo la única en superar los 3 cm en esta variable. Mientras que en el predio Mahuidanche, se obtuvo mayor número de especies con DAC promedio mayor a 1 cm. Esto se atribuye al rol que tuvo la capa de mulch incorporada más una protección de sombra, que permitió que se generaran las condiciones menos extremas que las del entorno, en los

meses de verano al estabilizar y mejorar la humedad y temperatura en el sector (Filgueira & Hidalgo, 2016), además del buen desarrollo de crecimiento radicular, dado que, en los primeros años, la planta prioriza la expansión de las raíces y desarrollo basal antes que al crecimiento en altura (Salinas et al., 2022).

4.3 Altura promedio por especies.

En el predio La Tuna, en ambos sectores, la especie *N. obliqua* presentó la mayor altura promedio. La literatura no explica el porqué de esta condición de adaptabilidad de la especie, sin embargo, en la presente investigación se corrobora lo que se ha observado en otras prácticas de esta especie en terreno. Un caso particular se observa con la especie *L. apiculata*, que no obtuvo un buen crecimiento en altura, aun cuando es una especie que puede establecerse con exposición al sol y semisombra. A 5 años de la plantación no logró superar 1 m de altura, observándose en terreno más bien achaparrado, no fue una especie que se utilizó con alta frecuencia en la restauración, en la muestra se encontró 10 individuos en el sector Norte y 9 en el sector Sur. Su bajo crecimiento, se puede atribuir, a las condiciones de sequía extrema en los últimos 15 años en Chile. La escasez y competencia por agua y nutrientes con los otros individuos plantados en el núcleo podría explicar el bajo crecimiento observado.

Por otra parte, en el predio Mahuidanche, cinco especies registraron altos valores de altura, superando el metro de altura, las cuales corresponden a *E. pulverulenta*, *M. boaria*, *A. chilensis*, *S. macrocarpa* y *Q. saponaria*. Este resultado, puede ser consecuencia de la aplicación de mulch y sombreado de las plantas (malla raschel), el sombreado reduce la evaporación desde el suelo, reduce las temperaturas extremas y por lo mismo, reduce también la transpiración de las plantas lo que favoreció las condiciones de humedad y temperatura en el suelo (Filgueira & Hidalgo, 2016). En cuanto a, la especie *V. caven*, no obtuvo un buen rendimiento, alcanzando una altura promedio de 21 cm, los individuos incluidos en la muestra están casi en el límite de morir. Estos resultados son contradictorios porque *V. caven* es una especie con alta resistencia a estrés hídrico, pero no tuvo dicho comportamiento, es posible que la técnica de plantación o la calidad de las plantas pudieran explicar el bajo crecimiento, pero no se tiene la información sobre la calidad de las plantas utilizadas.

Los resultados de crecimiento favorables mostrado por algunas especies dan indicio de cuales se debieran seleccionar para realizar restauración en condiciones extremas de baja calidad de suelo y estrés hídrico severo. Las de mayor crecimiento en altura, al menos más de 1 m de crecimiento son roble, quillay, maitén, corontillo, maqui y mayo. El buen crecimiento mostrado por estas 5 especies las destaca como potenciales especies a utilizar para restauración en

general porque resistirían condiciones más extremas tal como las que ocurren en Chile con la sequía que afecta al país.

V. CONCLUSIONES

Se confirma que la supervivencia y crecimiento de las especies, en la actual condición de estrés hídrico que afecta a Chile, no se logra por sí sola en el caso de una restauración, por cuanto requiere incorporar elementos que no se encuentran en el paisaje de forma natural. Es fundamental preparar previamente el área a restaurar para poder disminuir las amenazas que aumentan la degradación del ecosistema, dentro de las estrategias esta utilizar mulch y malla raschel que reducen la pérdida de humedad del suelo y protegen contra la radiación directa, respectivamente.

Un factor a tener en cuenta es plantar a inicios del invierno, con el fin de poder favorecer el crecimiento radicular que permite asegurar una mayor tasa de supervivencia durante los primeros años.

Al menos 5 especies (roble, quillay, maitén, corontillo, maqui y mayo) muestran un alto potencial para ser utilizadas en restauración de suelos degradados por su buena supervivencia y crecimiento en altura.

La investigación sobre labores de restauración, después de los incendios forestales permite demostrar la importancia de una estrategia para restaurar basado en evidencia científica, considerando los efectos del cambio climático, el

tipo de especie, y la educación a los propietarios de los terrenos afectados para que haya una restauración ecológica efectiva y que sobreviva por un largo periodo.

VI. GLOSARIO

- **Diversidad genética:** es la variación en la composición de los genes que se pueden manifestar en los individuos de una misma especie.
- **Dormancia:** estado de la semilla, donde a pesar de tener las condiciones ideales para su germinación, no lo hacen ya sea por mecanismos físicos o fisiológicos.
- **Estado fenotípico:** características que son observables en un individuo dada la interacción con el entorno.
- **Especies nodrizas:** especie, por lo general perenne, que protege a otra de condiciones climáticas, favoreciendo la supervivencia del nuevo individuo.
- **Reclutamiento:** mecanismo de recuperación de un bosque ante un disturbio, en el cual se mantiene la estabilidad ecológica por medio de fecundación y crecimiento de nuevos individuos que conforman el ecosistema.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Bannister, J. R. (2015). Recuperar bosques no es solo plantar árboles: lecciones aprendidas luego de 7 años restaurando bosques de *Pilgerodendron uviferum* (D. Don) Florin en Chiloé. *Anales del Instituto de la Patagonia*,
- Bond, W., & Midgley, J. (2001). Ecology of sprouting in woody plants: the persistence niche. *Trends in ecology evolution*, 16(1), 45-51. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(00\)02033-4](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0169-5347(00)02033-4)
- Brawn, J. D., Robinson, S. K., & Thompson III, F. R. (2001). The role of disturbance in the ecology and conservation of birds. *Annual review of Ecology and Systematics*, 32(1), 251-276.
- Brotons, L., Pons, P., & Herrando, S. (2005). Colonization of dynamic Mediterranean landscapes: where do birds come from after fire? *Journal of biogeography*, 32(5), 789-798.
- Bustamante-Sánchez, M. A., Armesto, J. J., & Halpern, C. B. (2011). Biotic and abiotic controls on tree colonization in three early successional communities of Chiloé Island, Chile. *Journal of Ecology*, 99(1), 288-299. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2010.01737.x>
- Castillo, M., Pedernera, P., & Pena. (2003). Incendios forestales y medio ambiente: una síntesis global. *Revista Ambiente y Desarrollo*, 9(3), 44-53.
- Cóbar-Carranza, A. J., García, R. A., Pauchard, A., & Peña, E. J. B. (2015). Efecto de la alta temperatura en la germinación y supervivencia de semillas de la especie invasora *Pinus contorta* y dos especies nativas del sur de Chile. *Bosque (Valdivia)*, 36(1), 53-60. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002015000100006>
- Cochran, W. G. (1977). *Sampling techniques*. John Wiley & Sons.
- CONAF. (2017). Descripción y efectos "Tormenta de Fuego", 18 de enero al 5 de febrero de 2017, regiones O'Higgins, el Maule y Biobío. Santiago de Chile.

- Daubenmire, R. (2001). *Ecología Vegetal. Tratado de Autoecología de plantas*. Universidad Estatal de Washington. Limusa S.
- Fernández, I., Morales, N., Olivares, L., Salvatierra, J., Gómez, M., & 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.
- Filgueira, C. F., & Hidalgo, J. A. V. (2016). Efectos de la aplicación de mulch para el control de la erosión post-incendio sobre la recuperación de la vegetación en áreas de matorral. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*(42), 103-110.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6923010>
- Herrando, S., Brotons, L., Del Amo, R., & Llacuna, S. J. A. (2002). Bird community succession after fire in a dry Mediterranean shrubland. *Ardea*, 90(2), 303-310.
https://ornitologia.org/mm/file/quefem/recerca/sci/herrando_etal_2002a.pdf
- Hoegh-Guldberg, O., Hughes, L., McIntyre, S., Lindenmayer, D., Parmesan, C., Possingham, H., & Thomas, C. (2008). Ecology. Assisted colonization and rapid climate change. *Science (New York, NY)*, 321(5887), 345-346.
- Inostroza, J. (2021). Propuestas de restauración ecológica en fragmentos de bosque nativo de preservación asociado al hábitat de *Citronella mucronata*.
- Main, M. (2009). Efectos del fuego en la vida silvestre de Florida y su hábitat. *EDIS*, 2009(2).
- Mora, J. M., Montenegro, A., & López, L. (2019). Regeneración natural en sitios impactados por incendios en la Reserva Biológica Uyuca, Honduras. *Ceiba*(0842), 1-10.
- Novoa Galaz, F. J. (2019). Efectos de los incendios forestales sobre los gremios de aves del bosque templado andino del sur de Chile.

- Ojeda, A. J. A., Becchi, F. G. G., & Cartes, S. D. (2014). *Manual de plantación de árboles en áreas urbanas*. CONAF.
- Olguín, D. L. L. (2013). Efecto del fuego sobre la viabilidad y germinación de semillas en ecosistemas Patagónicos.
- Olmo, J. M., Hernando, C., & Guzmán, M. G. (2011). El papel de la regeneración natural en la restauración tras grandes incendios forestales: el caso del pino negral. *Boletín Informativo CIDEU*(10), 5-22. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3868144>
- Pausas, J. G., & Bradstock, R. A. (2007). Fire persistence traits of plants along a productivity and disturbance gradient in mediterranean shrublands of south-east Australia. *Global Ecology Biogeography*, 16(3), 330-340. [https://doi.org/ https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2006.00283.x](https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2006.00283.x)
- Perfetti-Bolaño, A., González-acuña, D., Barrientos, C., & Moreno, L. (2013). Efectos del fuego sobre la avifauna del cerro Cayumanque, región del Bío-bío, Chile. *Boletín Chileno de Ornitología*, 19(1-2), 1-11.
- PLADECO. (2020). Plan De Desarrollo Comunal 2020. Ilustre Municipalidad de Florida. <https://muniflorida.cl/wp-content/uploads/2021/09/PLADECO-ACTUALIZADO-2021-2025-2.pdf>
- Rizzardi, S., & Calvo, G. (2019). Sistema radicular de los árboles en ámbitos urbanos.
- Salinas, J., Teuber, O., Acuña, B., & Luco, C. (2022). Prácticas agroforestales y restauración ecológica para conservación de suelos y agua en Aysén. In O. Teuber & S. Espinoza (Eds.), *Prácticas conservacionistas de suelo y agua en la Región de Aysén* (pp. 133-192). <https://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.13082/147799>
- Stephens, S. L., Agee, J. K., Fule, P. Z., North, M., Romme, W., Swetnam, T., & Turner, M. (2013). Managing forests and fire in changing climates. *Science*, 342(6154), 41-42. <https://doi.org/10.1126/science.1240294>
- Vargas, M., Rodríguez-Malebrán, M., Navarrete, C., & Ibáñez, C. (2017). Efecto de dos tasas de riego y apoyo de sombra sobre la tasa de supervivencia y

crecimiento de un arbusto nativo En Peligro de la Región de Coquimbo.
Idesia (Arica), 35(4), 57-66.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292017000400057>

Wright, B. R., Laffineur, B., Royé, D., Armstrong, G., & Fensham, R. J. (2021). Rainfall-linked megafires as innate fire regime elements in arid Australian spinifex (*Triodia* spp.) grasslands. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 9, 666241. <https://doi.org/https://doi.org/10.3389/fevo.2021.666241>