



Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias Forestales y Recursos Naturales

**Nichos de regeneración en bosques de *Tepualia stipularis*
luego de intervenciones silviculturales en la provincia de
Chiloé**

Patrocinante: Dr. Jan Bannister Hepp

Co-patrocinante: Dr. Víctor Gerding Salas

Trabajo de Titulación presentado como parte
de los requisitos para optar al Título de

Ingeniero Forestal

EDGAR DANIEL QUIROGA PONCE

VALDIVIA

2016

i. Calificación del Comité de Titulación

	Nota
Patrocinante: Dr. Jan Bannister Hepp	<u>6,6</u>
Co-patrocinante: Dr. Víctor Gerding Salas	<u>6,7</u>
Informante: Dr. Pablo Donoso Hiriart	<u>6,6</u>

El Patrocinante acredita que el presente Trabajo de Titulación cumple con los requisitos de contenido y de forma contemplados en el Reglamento de Titulación de la Escuela. Del mismo modo, acredita que en el presente documento han sido consideradas las sugerencias y modificaciones propuestas por los demás integrantes del Comité de Titulación.



Dr. Jan Bannister Hepp

ii. Agradecimiento

Primero, agradezco sinceramente a los profesores que me ayudaron al diseño y ejecución de este trabajo de titulación. Al profesor Jan Bannister y Pablo Donoso por su tiempo, dedicación, comprensión y buen humor. Y al profesor Víctor Gerding por su vocación pedagógica en la formación de futuros profesionales.

Aprovecho de agradecer a todas las personas externas que me ayudaron en el desarrollo de este trabajo: Klaus Kremer y Diego Alonso.

Por último, agradezco a todas las personas que colocaron un granito de arena y me ayudaron a lo largo de todo mi periodo como estudiante, a los profesores de la facultad y funcionarios de la universidad, pues cada uno me apoyó desde sus respectivas áreas del saber y laboral.

Finalmente, a mis compañeros de estudios y a los amigos que hice durante este largo periodo.

iii. Dedicatoria

“Dedicado a todos los caminos que recorrí y a todas las barreras que superé, en este largo sueño que se transformó en un objetivo, y que puede hacer realidad.”

“A mi madre.”

iv. Resumen

Los tepuales, bosques dominados por *Tepualia stipularis* (tepú), son un recurso forestal de gran importancia en la región de Los Lagos (especialmente en la provincia de Chiloé), sin embargo, los métodos silviculturales aplicados a estos bosques en la actualidad no promueven la regeneración de esta especie. El objetivo general de este trabajo fue estudiar nichos de regeneración de las principales especies arbóreas en bosques dominados por tepú, luego de intervenciones silviculturales en la provincia de Chiloé. Se evaluaron seis tratamientos (diferentes tamaños de claros, con y sin biomasa residual) después de un año de su aplicación en Butalcura (zona norte, 30 unidades experimentales) e Inío (zona sur, 30 unidades experimentales). En cada unidad experimental se establecieron subparcelas de 1 m², distribuidas desde el centro hacia los cuatro puntos cardinales, con el objetivo de estimar la cantidad de regeneración, su origen, tipo de sustrato y altura de sustrato, entre otros. Como resultados relevantes, se obtuvo que: a) la densidad de la regeneración inicial se considera adecuada después de ocho meses en Butalcura y 12 meses en Inío, b) las principales especies arbóreas pioneras son canelo (Butalcura), tiaca (Inío), luma y tepú (en ambas zonas) y, c) la presencia de biomasa residual dentro de los claros se considera una alternativa viable para promover el inicio de la regeneración de canelo, luma y tepú. Estos resultados servirán para aportar a prescripciones silviculturales sustentables para los bosques dominados por tepú.

Palabras clave: regeneración natural, silvicultura, tepú, nicho de regeneración, micro-sitio.

Índice de materias		Página
i.	Calificación del Comité de Titulación	i
ii.	Agradecimiento	ii
iii.	Dedicatoria	iii
iv.	Resumen	iv
1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	ESTADO DEL ARTE	2
2.1.	Dinámica de claros y nichos de regeneración	2
2.2.	Dinámica de regeneración del tepú	2
2.3.	Silvicultura aplicada a los bosques de tepú	3
3.	MÉTODOS	4
3.1.	Características de las áreas de estudio	4
3.2.	Ensayos silviculturales	7
3.3.	Recopilación de datos	8
3.4.	Análisis de datos	9
4.	RESULTADOS	11
4.1.	Efecto del tamaño del claro y la biomasa residual en la regeneración	11
4.2.	Origen de la regeneración	14
4.3.	Efecto del tipo de sustrato en la regeneración	14
4.4.	Efecto de la altura del sustrato en la regeneración	18
4.5.	Efecto de la luminosidad en la regeneración	18
5.	DISCUSIÓN	20
5.1.	Nicho de regeneración de las principales especies del bosque luego de las intervenciones silviculturales	20
5.2.	Recomendaciones para el manejo de tepuales	24
6.	CONCLUSIONES	27
7.	REFERENCIAS	27
8.	ANEXOS	30
Anexo	1. Información suplementaria del estado del arte	30
	2. Área de estudio (información adicional)	
	3. Esquema de unidades experimentales.	
	4. Esquema de distribución de cuadrantes dentro de las unidades experimentales.	
	5. Detalles de los resultados obtenidos	

1. INTRODUCCIÓN

Los tepuales, bosques dominados por tepú (*Tepualia stipularis* (Hook et Arn.). Griseb), son un recurso forestal de gran importancia para la provincia de Chiloé, ya que representan el 19 % de la superficie total de sus bosques. El tepú es reconocido por el alto poder calórico de su madera y, por ello, es catalogado como un excelente combustible doméstico. La gran demanda de leña de ciudades cercanas a estos bosques y las características de su madera han provocado su sobreexplotación. A pesar de ello, actualmente existen escasos estudios científicos sobre la ecología y el aprovechamiento sustentable de estos bosques. De hecho, en el presente se aplican métodos silviculturales que no favorecen la regeneración de tepú, pero sí promueven la repoblación de otras especies. Por esta razón, se debe dilucidar la capacidad reproductiva vegetativa y de semilla de tepú, además de identificar cuáles son los factores de micro-sitio (luminosidad, tipo de sustrato donde se establece, entre otros) más influyentes en el establecimiento de la regeneración, con el propósito de manipular estas variables para promover de mejor forma la regeneración de tepú. Por otra parte, se debe hacer un análisis de las intervenciones silviculturales (tipo, intensidad y frecuencia) que hoy en día se aplica a estos bosques e identificar cuáles son las causas que provocan la escasa regeneración de esta especie, ya sea producto del manejo de las condiciones ambientales o de las formas de aprovechamientos que actualmente se aplican a estos bosques. Por todo lo anterior, es necesario diseñar métodos silviculturales que aseguren la regeneración de esta especie. Para ello es necesario investigar sobre el nicho de regeneración de las principales especies arbóreas, que consiste en encontrar los requisitos necesarios para que un espécimen maduro pueda ser sustituido exitosamente por un nuevo individuo en las próximas generaciones.

En el marco de un ensayo silvicultural en bosques adultos dominados por tepú en la Isla de Chiloé, establecido durante el año 2014 en dos zonas de Chiloé, el objetivo general de este trabajo es estudiar nichos de regeneración de las principales especies arbóreas en bosques dominados por tepú luego del primer año post-intervenciones silviculturales. Los objetivos específicos son los siguientes:

- I. Caracterizar la regeneración arbórea luego de un año de intervenciones silviculturales.
- II. Evaluar el efecto del tamaño del claro y biomasa residual en la regeneración post-intervención.
- III. Identificar nichos (condiciones de micro-sitio) que favorecen la regeneración de tepú dentro de los claros.

2. ESTADO DEL ARTE

2.1. Dinámica de claros y nichos de regeneración

La dinámica de bosques puede ser definida como los cambios en la estructura y composición de los bosques a través del tiempo, cambios que están comúnmente asociados a alteraciones o disturbios autogénicos o alogénicos (Donoso *et al.* 2014). Dentro de estas alteraciones están los claros del dosel (Yamamoto 2000, Donoso *et al.* 2014), que corresponden a la caída de uno o más árboles formando aberturas de distintas superficies entre las copas de los árboles y, cuando estos espacios son ocupados por nuevos árboles, se habla de dinámica de claros. Los claros proporcionan distintas condiciones ambientales que dependen del tamaño del claro y la ubicación dentro de él (Gray *et al.* 2002). Estas condiciones pueden favorecer el establecimiento de distintas especies dependiendo de sus requerimientos autoecológicos (Yamamoto 2000, Gray *et al.* 2002, Donoso *et al.* 2014). Los requisitos necesarios para que un espécimen maduro pueda ser sustituido exitosamente por un nuevo individuo en las próximas generaciones se denomina nicho de regeneración (Grubb 1977). Entre los factores que influyen el nicho de regeneración se encuentran: la tolerancia de la especie, habilidades regenerativas (por semilla o vegetativa), la competencia con otras especies, las características topográficas y la exposición, entre otros. Para definir el nicho de regeneración de una especie, se requiere identificar el modo de regeneración, definido como el comportamiento de la regeneración de las especies arbóreas ante los disturbios (Donoso *et al.* 2014). Actualmente se han descrito tres modos de regeneración, entre ellos el modo de regeneración por claros (más información en anexo 1.1).

2.2. Dinámica de regeneración del tepú

El tepú es un árbol que se encuentra desde el río Maule hasta Magallanes (Donoso *et al.* 2006), presentándose en los tipos forestales alerce, ciprés de Las Guaitecas y siempreverde (CONAF 1981). A lo largo de su distribución se establece en suelos con alta humedad, generalmente gleyzados, caracterizados por anegamiento debido al mal drenaje que restringe la velocidad de infiltración del agua (CONAF 1981, Donoso *et al.* 2006, 2014). El tepú es considerado una especie intolerante a la sombra, pero puede regenerarse y crecer bajo dosel (Figueroa y Lusk 2001, Donoso *et al.* 2006). La regeneración es preferentemente vegetativa, creciendo de forma inclinada, torcida y entrelazada con múltiples pies que

determinan la maraña del tepual (Donoso *et al.* 2006). El tepú tiene una respuesta germinativa inmediata (germinación antes de cuatro semanas) y un patrón de germinación sincrónico (≥ 90 % de las semillas germinadas en un solo mes sin necesidad de pretratamiento) y con un potencial germinativo medio (15 a 49 %). Como consecuencia, esta especie no formaría un banco de semillas en el suelo (Figueroa y Armesto 1996) y, por lo tanto, la regeneración proviene de semillas adicionadas en la temporada anterior. Por otra parte, la regeneración por semilla de tepú en los bosques templados lluviosos de la isla de Chiloé se establece preferentemente sobre árboles caídos, con una mayor proporción en troncos descompuestos que en troncos intactos de consistencia dura (Christie y Armesto 2003). Por otro lado, estudios de procesos de regeneración arbórea en una planicie de matorral sucesional post-incendio (Díaz y Armesto 2007), indican que el tepú presenta mayor regeneración bajo el bosque secundario, con un 76 %, seguido por la transición matorral-bosque, con un 24 %, y con nula regeneración en el matorral abierto, debido a que la dispersión de semillas en sitios abiertos es baja y también por la poca densidad de detritus leñoso en la zona de matorral abierto después de incendios.

Existe escasa información sobre la estructura y crecimiento de estos bosques. Se postula que el crecimiento del tepú es muy bajo, menor a 1 mm de diámetro por año (Donoso *et al.* 2006), pudiendo alcanzar tamaños finales de 4 a 5 m de altura y 20 cm de diámetro. Sin embargo, en bosques del tipo forestal siempreverde ubicados en la Isla de Chiloé, el tepú puede alcanzar hasta 47 cm de diámetro y representar el 49 % de la densidad total, siendo la especie que domina la composición del rodal (CONAF 1981).

2.3. Silvicultura aplicada a los bosques de tepú

En Chile, el aprovechamiento del bosque nativo se realiza según el Reglamento Técnico N° 259 del Decreto Ley 701 que regula la aplicación de métodos de corta para los distintos tipos forestales. En los bosques dominados por tepú se pueden aplicar los métodos de corta de protección y corta selectiva o entresaca (mayor información en anexo 1.2).

La corta selectiva o entresaca es aplicable a bosques multietaneos. Este método, cuando se aplica de forma inadecuada, no mantiene una estructura balanceada ni tampoco sostiene la productividad en el tiempo del bosque manejado, ya que no regula el área basal residual y la estructura del bosque, esto provocaría su degradación y pérdida de productividad en el corto o mediano plazo (Donoso *et al.* 2013).

A parte de los dos métodos de corta y regeneración mencionados anteriormente, el artículo 25 del mismo decreto permite aplicar métodos silviculturales alternativos no contemplados en las disposiciones anteriores, los cuales se deberán someter a la aprobación de la CONAF (más información sobre los métodos silviculturales alternativos en anexo 1.2).

Los métodos alternativos (tala rasa en fajas y hoyos de luz) aplicados actualmente no generan las condiciones adecuadas para que tepú regenere, tendiendo a ser sustituido lentamente por otras especies como canelo (*Drimys winteri* J.R. et G. Forster) y coigüe de Chiloé (*Nothofagus nitida* (Phil) Krasser) (Poffet 2007, Sanzana 2012).

En general, los métodos silviculturales utilizados actualmente no favorecen la dinámica regenerativa del tepú por no tomar en cuenta los factores que la influyen, como dejar biomasa residual (troncos y tocones) dentro de la tala rasa clásica, tala rasa en fajas o en hoyo de luz. Esto indica que se debe buscar un método basado en los principios de la silvicultural cercana a lo natural (Bannister y Pyttel 2010), por ejemplo, intervenciones de pequeña magnitud (claros), para así mantener las condiciones de sitio necesarias para la regeneración de tepú.

3. MÉTODOS

3.1. Características de las áreas de estudio

El estudio se ubicó en los sectores Butalcura e Inío de la Isla Grande de Chiloé, entre los 41°46' S y los 43°26' S (figura 1). El sector Butalcura (coordenadas UTM: 18 S 595.919 E 5.330.891 S) estuvo ubicado en la zona norte de la isla, en la comuna de Ancud, en el predio Butalcura (1.518 ha), administrado por la empresa Forestal Tornagaleones S.A. Ocupa parte de un paisaje de terrenos bajos en un plano fluvio-glacial. La ubicación en el relieve pertenece a una hondonada, con altitud de 50 m s.n.m y pendiente plana de 0 %. El sector Inío (coordenadas UTM: 18 S 571.364 E 5.198.396 S), se ubicó en la zona sur de la isla, en la comuna de Quellón, en el predio Parque Tantauco Ex Inío Quilanlar (82.537 ha), administrado por el Parque Tantauco. Su paisaje circundante es de terrenos bajos posicionado en terraza marina. La ubicación en el relieve pertenece a una hondonada. Su elevación es de 10 m s.n.m., con una pendiente plana de 0 %. En los dos sectores de estudio se usaron los ensayos del proyecto de investigación FIBN 008/2013: Métodos silviculturales alternativos para bosques adultos dominados por

tepú (*Tepualia stipularis*) en la Isla Grande de Chiloé, patrocinado por el Instituto Forestal (Bannister 2013).

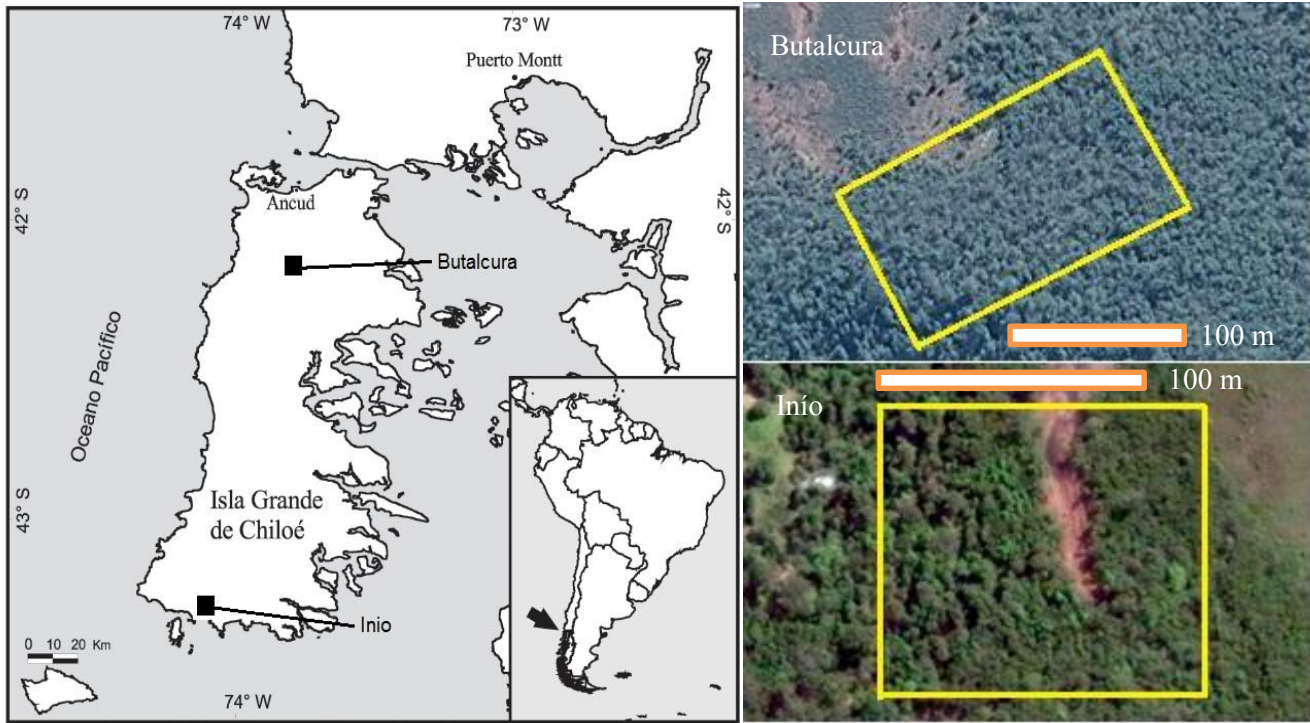


Figura 1. Ubicación del área de estudio (imagen modificada de Díaz y Armesto 2007), y los rodales en Butalcura (imagen satelital del 5 de octubre del año 2013, fuente Google Earth) e Inío (imagen satelital del 21 de diciembre del año 2013, fuente Google Earth).

El clima en Chiloé es templado húmedo con influencia oceánica (Díaz y Armesto 2007), donde se pueden reconocer algunas localidades de clima mediterráneo, con presencia aun de un período árido estival (Di Castri y Hajek 1976). En Ancud (Butalcura), entre los años 1970 y 1994, la temperatura media fue de 11,2 °C y las precipitaciones entre los años 1970 y 2000 promediaron 2.640 mm año⁻¹ (METEOCHILE 2001a). En Quellón (Inío), entre el año 1970 y 1999, la temperatura media fue de 11,4 °C y las precipitaciones entre los años 1970 y 2000 promediaron 1.960 mm año⁻¹ (METEOCHILE 2001b) (más información en anexo 2.1).

En Butalcura el suelo, es un ñadi perteneciente a la serie Calonje (Histic Placaquands) (CIREN 2003); posee un horizonte orgánico que promedia 37 cm de profundidad, con profundidad total del suelo entre 25 y > 100 cm. Por lo general, en los suelos ñadis, los elementos nutritivos limitantes son nitrógeno y fósforo, también presentan baja disponibilidad de calcio, potasio, magnesio y azufre. Además, poseen

drenaje restringido y anegamiento invernal (Schlatter *et al.* 2003). El suelo en Inío pertenece a la unidad cartográfica de Terrazas del Río San Antonio (CIREN 2003), son suelos estratificados, profundos, de textura moderadamente fina hasta los 40 cm, y medias y gruesas en profundidad. A los 120 cm se puede presentar una arenisca que constituye un substrato fuertemente cementado. Este suelo posee drenaje restringido y anegamiento invernal, comportándose de manera similar a un ñadi (información adicional en anexo 2.2).

Los rodales de Butalcura e Inío, antes de las intervenciones silviculturales, estaban dominados en su composición por tepú y poseían características de bosque adulto con estructura diamétrica de “J” inversa, además de presentar una alta variabilidad en la densidad en las clases diamétrica mayores a 30 cm (figura 2, cuadro 1). Los dos rodales, presentaron diferencias en la composición de especies y en la densidad por clase diamétrica, sobre todo en las superiores (anexo 2.3), reflejándose esto último en las diferencias de área basal y diámetro medio cuadrático (DMC). Estos rodales no mostraron evidencia de intervención antrópica en su estructura. La información presentada se obtuvo del inventario forestal ejecutado en el marco del proyecto de investigación FIBN 008/2013: Métodos silviculturales alternativos para bosques adultos dominados por tepú en la Isla Grande de Chiloé (Bannister 2013).

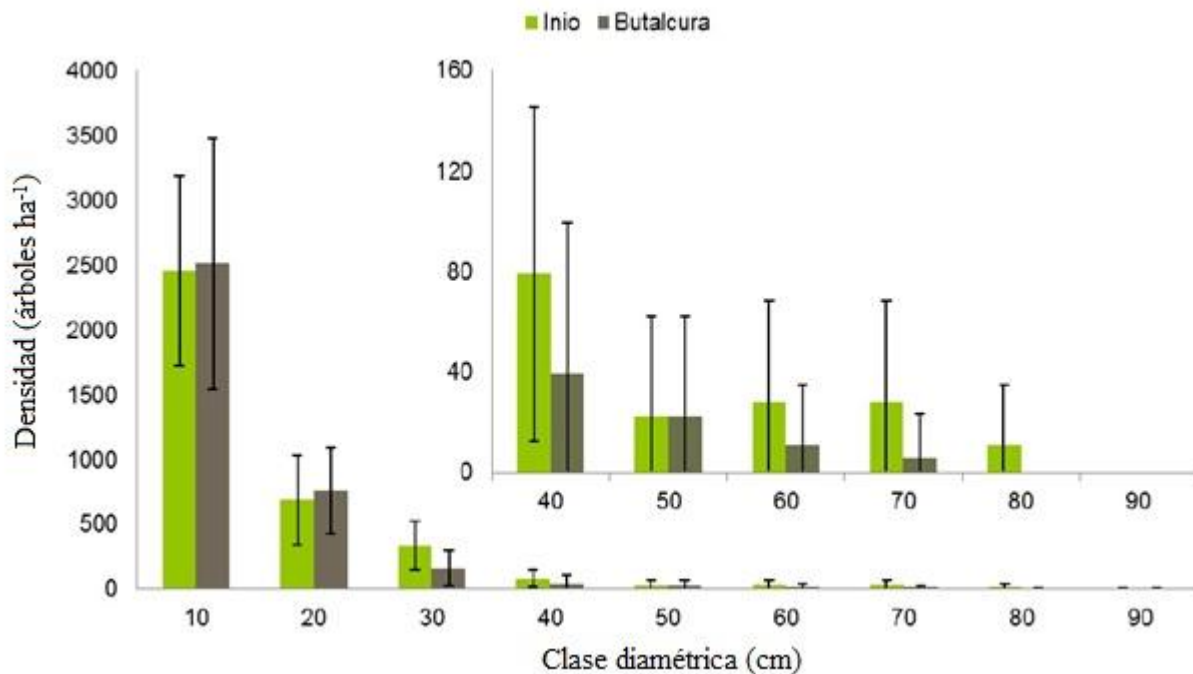


Figura 2. Estructura diamétrica para el total de especies arbóreas por cada sector de estudio. Detalle muestra estructura diamétrica para clases superiores (Bannister 2013).

Cuadro 1. Características dasométricas de los rodales y de sus principales especies.

Sectores	Número de especies arbóreas	Especies	Densidad (árboles ha ⁻¹)	Área basal (m ² ha ⁻¹)	Diámetro medio cuadrático (m)
Butalcura	11	tepú	2.405	36,1	14,0
		canelo	272	6,3	20,0
		tiaca*	272	2,6	10,1
		coigüe de Chiloé	243	12,9	29,2
		tineo***	124	1,5	12,0
		otros	193	2,1	9,5
		Total	3.509	61,5	14,9
Inío	13	tepú	2.037	52,6	18,3
		luma**	635	16,9	17,1
		tiaca*	385	6,1	11,9
		coigüe de Chiloé	153	11,4	34,0
		tineo***	6	2,6	77,2
		otros	341	5,1	12,2
		Total	3.557	94,7	17,7

Caldcluvia paniculata* Cav. (D. Don), *Amomyrtus luma* (Molina) D. Legrand y Kausel, ****Weinmania trichosperma* Cav, *****Laureliopsis philippiana* Looser

3.2. Ensayos silviculturales

Durante el año 2014, en cada rodal se estableció un ensayo con seis tratamientos organizados bajo un diseño factorial (anexo 3) con dos factores: luminosidad (tres niveles: claro de 5, 10 y 15 m de diámetro) y biomasa residual (dos niveles: claro sin biomasa residual [SB] y claro con biomasa residual [CB]). Los tratamientos con biomasa residual consistieron en claros donde no se extrajo el primer nivel de troncos horizontales y los tocones, tal como se hace en las cosechas tradicionales, dejando más del 25 % del claro cubierto con troncos horizontales y tocones, no superando 1,5 m de altura (figura 3). En los tratamientos sin biomasa residual se procuró retirar toda la biomasa leñosa, hasta el nivel del suelo, aunque quedó una parte de ese material que no pudo ser extraído, cubriendo menos del 25 %. El porcentaje de cobertura de troncos se obtuvo a través de las observaciones generales de cada unidad experimental evaluada en el año 2015. En los dos niveles de biomasa residual se extrajo la regeneración ya existente, para que no pueda ser confundida con la regeneración post-intervención. Cada tratamiento fue replicado en cinco bloques, con el propósito de que la variabilidad dentro de cada bloque sea menor a la encontrada en el rodal, cuya superficie fue de 1,4 ha en Butalcura y 1,8 ha en Inío. En cada bloque, los tratamientos fueron asignados a una unidad experimental de tamaño equivalente al claro objetivo (5, 10 o 15 m de diámetro). De esta forma se instalaron 30 unidades experimentales por rodal (figura 4).

Entre mayo y julio de 2014 fueron creadas las unidades experimentales de Inío y entre septiembre y diciembre del mismo año las de Butalcura.



Figura 3. Representación fotográfica de la unidad experimental con biomasa residual (A) y sin biomasa residual (B). Fotografías de Jan Bannister.

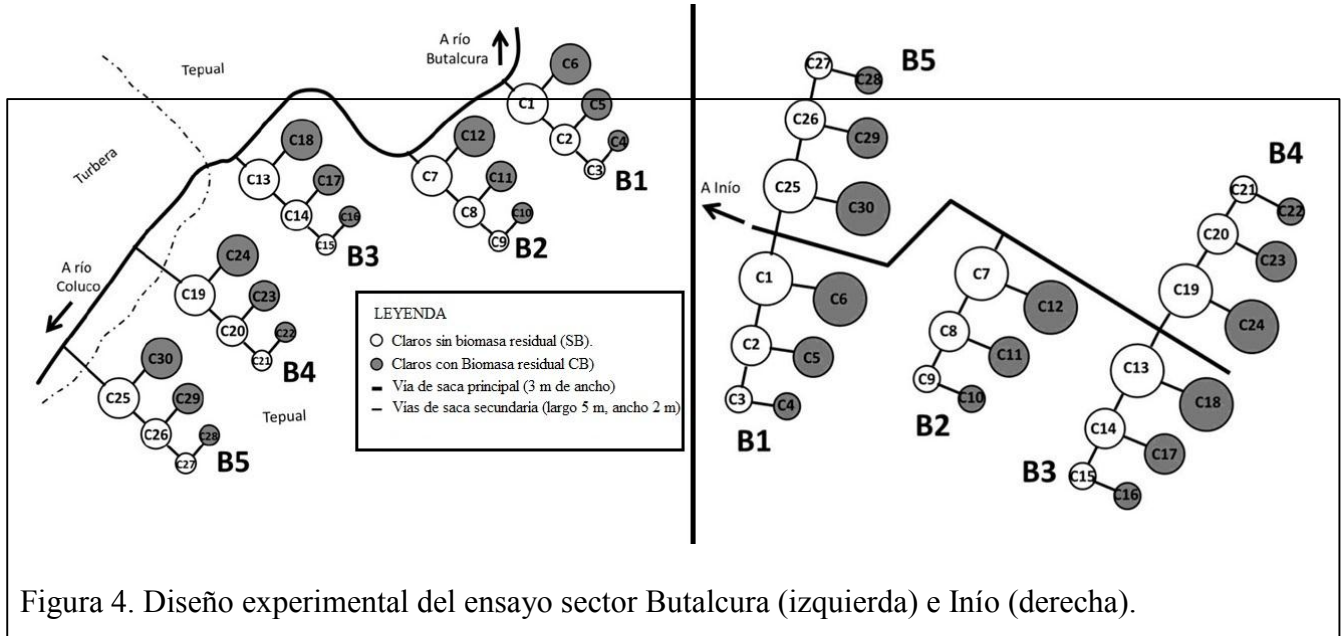


Figura 4. Diseño experimental del ensayo sector Butalcura (izquierda) e Inío (derecha).

3.3. Recopilación de datos

Se realizó la recopilación de datos, en el año 2015, en el mes de julio en Iníó (12 meses después de la intervenciones) y agosto en Butalcura (8 meses después de las intervenciones), para caracterizar y evaluar el efecto de la luminosidad y biomasa residual después de aplicarse los tratamientos silviculturales. En cada claro, se establecieron subparcelas de 1 m² distribuidas desde el centro hacia los cuatro puntos cardinales, orientados con brújula (N, S, E, O), distanciadas cada dos metros desde el centro hasta el borde de cada área talada. De esta manera, los claros de 5, 10 y 15 m de diámetro tuvieron 5, 9 y 13 subparcelas, respectivamente. Con estas subparcelas se estimó la cantidad total de regeneración (plantas m⁻²) y se caracterizó su distribución dentro de cada claro (anexo 4).

En cada subparcela, usando el método de Parent y Messier (1996), se registró la intensidad de la luz (PPFD, *photosynthetic photon flux density*, medida en micromoles por metro cuadrado y por segundo) utilizando un *data logger* LICOR 1400 más el piranómetro LI-250A (los dos instrumentos poseen sensor LI-190 Quantum y son de la marca LI-COR), durante el periodo de recopilación de datos para cada zona, registro que se realizó siempre durante el día (7:30 a 20:30 horas) y con el cielo cubierto de nubes (nublado). Esta variable se obtuvo en el centro de la subparcela a 0,3 y 1,3 m de altura desde el suelo, para así relacionar la regeneración del tepú y las principales especies arbóreas con el porcentaje de luz de cada subparcela con respecto a la luz de campo abierto. Se identificó cada planta vascular a nivel de especie (altura < 1,3 m) y se registró su rango de altura total (≤ 5 y > 5 cm), origen (semilla, vegetativo), el sustrato sobre el cual crecía (suelo mineral, tronco, mantillo y/o musgo) y la altura del sustrato con respecto al nivel del suelo (≤ 50 , $> 50-100$ y > 100), este último para identificar en qué rango de altura se establece mayoritariamente la regeneración (anexo 6). Para las plantas con altura total ≤ 5 cm, se registró la especie y su densidad en un cuarto de subparcela (0,25 m²). Esto se realizó con dos tubos de PVC de 1 m cada uno, los tubos se cruzaron perpendicularmente a los 50 cm de largo, formando una cruz orientada a los cuatro puntos cardinales. La elección del subcuadrante se realizó en función de la representatividad que tenía de la subparcela, el subcuadrante debía poseer la misma proporción de tipos de sustrato, y altura de sustrato. Cuando no existió un subcuadrante con esas características, se eligió el que presentó los mismos tipos de sustratos y alturas de sustratos de la subparcela, pero sin tomar en consideración las proporciones.

3.4. Análisis de datos

La caracterización de la regeneración arbórea para cada tratamiento se realizó a través de parámetros descriptivos (mínima, media, máxima, desviación estándar, coeficiente de variación).

Para evaluar los tratamientos realizados en el año 2014, se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) de dos factores para identificar los efectos del tamaño del claro (luminosidad) y de la biomasa residual en la cantidad de regeneración (los valores fueron expresados en valores por unidad de superficie, plantas m⁻²). Para ello, se aplicaron las pruebas de Shapiro-Wilk y Levene para evaluar la normalidad del conjunto de datos y homogeneidad de las varianzas, respectivamente. Solamente se realizó el ANDEVA al conjunto de datos de canelo con altura > 5 cm en Butalcura y para el total de especies con altura > 5 cm en Inío, pues fueron los únicos que cumplieron los requisitos, para evaluar diferencias entre tratamientos se realizó la prueba de diferencia mínima significativa (DMS). Para los demás conjuntos de datos, se aplicó la prueba no paramétrica Scheirer-Ray-Hare (Morales 2005), pues no cumplieron los supuestos de normalidad y homocedasticidad.

Para identificar otras condiciones de nicho de regeneración (micro-sitio), en este caso, el efecto del gradiente lumínico sobre la regeneración de tepú y las principales especies dentro de los claros, se ajustaron modelos de regresión lineal simple [1]:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_i + \varepsilon \quad [1]$$

Donde: y_i es el número de plantas m⁻² (variable dependiente), β_n son los parámetros de la ecuación, y x_i el porcentaje de luminosidad dentro de los claro (variable independiente).

Además se realizó un análisis gráfico de la densidad de la regeneración con respecto al origen, el sustrato, la altura del sustrato y los gradientes Norte-Sur y Oeste- Este, este último, para identificar si existen preferencias en el establecimiento de la regeneración dentro de cada tamaño de claro.

Toda la información se analizó en tres grupos: a) regeneración total (todo rango de altura), b) regeneración con altura ≤ 5 cm y, c) regeneración con altura > 5 cm, para cada zona por separado (Butalcura e Inío), con el objetivo de mostrar las diferencias de la regeneración entre estos dos rangos de altura.

4. RESULTADOS

4.1. Efecto del tamaño del claro y la biomasa residual en la regeneración

En Butalcura se identificaron 11 especies regenerando, las cuales son: arrayán (*Luma apiculata* (DC.) Burret), avellano (*Gevuina avellana* Mol.), canelo, coigüe, luma, chilchilco (*Myrceugenia parvifolia* (DC) Kausel), mañío de hoja punzante (*Podocarpus nubigena* Lindl), sauco (*Raukaua laetevirens* (Gay) Frodin), tepú, tiaca y tineo. En cambio, en Inío se identificaron, las mismas especies antes mencionadas (con excepción de avellano) más: fuinque (*Lomatia ferruginea* (Cav.) R. Br.), melí (*Amomyrtus meli* (Phil) Legr. et Kausel), notro (*Embotrium coccineum* J.R. et. G. Forster), olivillo (*Aextoxicon punctatum* Ruiz et Pav), patagua (*Myrceugenia planipes* (Hook. et Arn.) O. Berg), pitra (*Myrceugenia exsucca* (D.C.) Berg.) y tepa, sumando en total de 17 especies establecidas (anexo 5: cuadro 1).

El tamaño del claro y su interacción con la biomasa residual no tuvieron efectos significativos ($P > 0,05$) en la densidad media de la regeneración total, menor y mayor a 5 cm de altura, tanto en Butalcura como en Inío (figura 4. Anexo 5: cuadro 2). En cambio, el factor biomasa residual influyó significativamente ($P < 0,05$) en la densidad media de la regeneración total de Butalcura ($P: 0,040$) y la regeneración de altura > 5 cm en Inío ($P: 0,002$), presentando mayor densidad media los tratamientos con biomasa residual por sobre los tratamientos sin biomasa residual (figura 5). Además, se observó alta variabilidad en la densidad de la regeneración de cada tratamiento en ambos sitios (figura 5). Otro aspecto a considerar, es la diferencia en densidad media entre zonas de estudio, pues en Inío tendió a establecerse hasta 10 veces más cantidad de plantas de altura ≤ 5 cm que en Butalcura.

Las especies principales de la regeneración establecida en Butalcura fueron tepú, canelo, chilchilco y tiaca, independiente del rango de altura. En Inío fueron tepú y tiaca las que regeneraron en mayor cantidad para el total de plantas, densidad que fue influenciada por la gran cantidad de plantas ≤ 5 cm de altura; por el contrario, cuando solo se consideraron las plantas de altura > 5 cm, luma y tiaca fueron las más relevantes (figura 6). La densidad total (considerando todas las especies y rangos de altura) fue de 86 mil plantas ha^{-1} en Butalcura y un millón 735 mil plantas ha^{-1} en Inío.

El tamaño del claro solo afectó significativamente ($P < 0,05$) la densidad media de la regeneración de altura > 5 cm de canelo en Butalcura ($P: 0,032$, figura 6), presentando mayor densidad media los claros de 5 m por sobre los de 10 y 15 m de diámetro (figura 7).

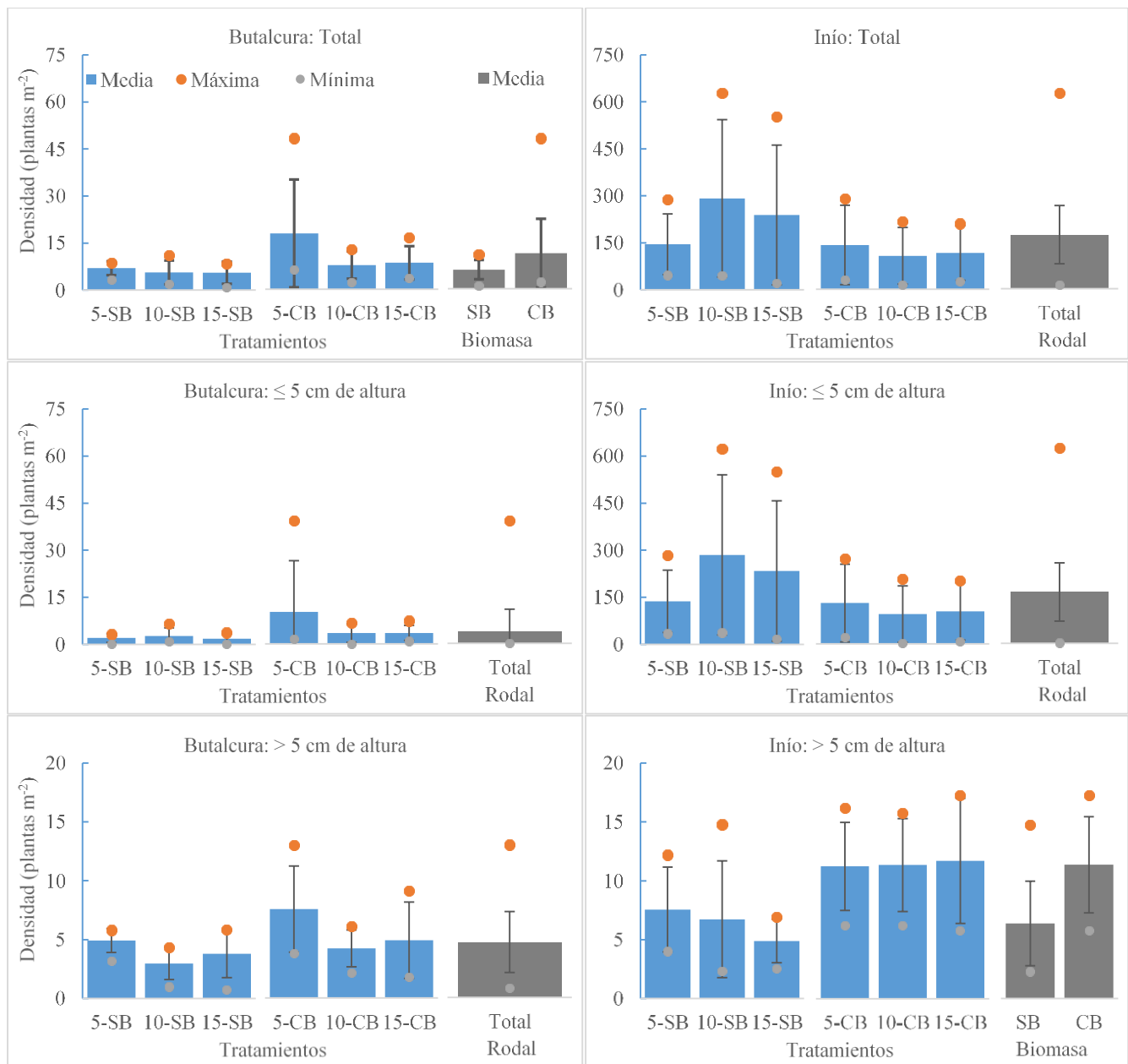


Figura 5. Densidad (plantas m⁻²) de regeneración total (todas las especies) establecida en Butalcura e Iníó. SB: sin biomasa residual; CB: con biomasa residual; líneas verticales: desviación estándar. En Butalcura: efecto significativo ($P < 0,05$) de la biomasa residual para el total de plantas. En Iníó: efecto significativo ($P < 0,05$) de la biomasa residual para plantas de altura > 5 cm.

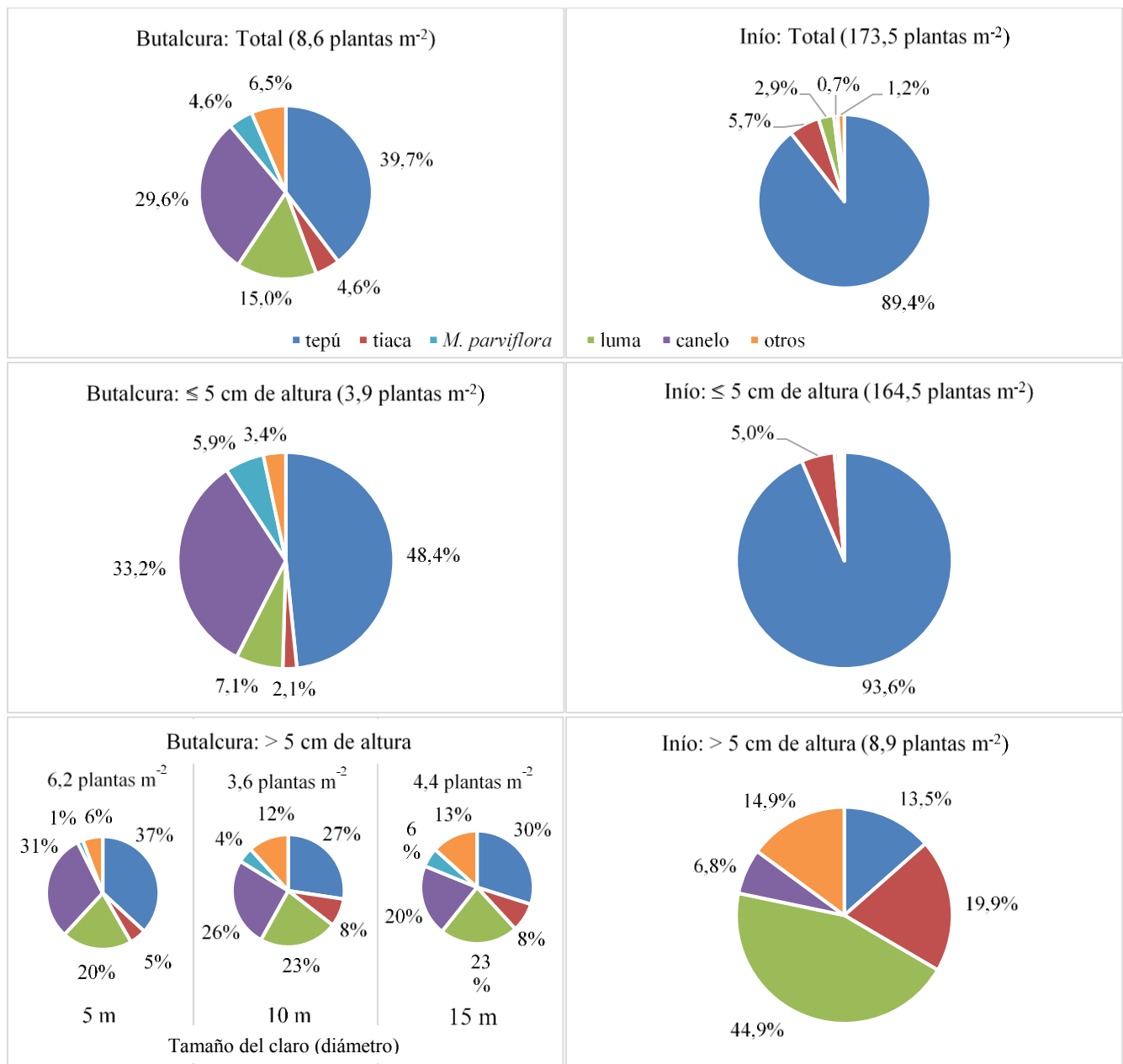


Figura 6. Distribución de la regeneración por especie establecida en Butalcura e Inío, para el total, menor y mayor a 5 cm de altura. En Butalcura: efecto significativo ($P < 0,05$) del tamaño del claro para plantas de altura > 5 cm. Principales especies: tepú (azul), luma (verde), chilchilco (celeste), tiaca (burdeo) y canelo (morado).

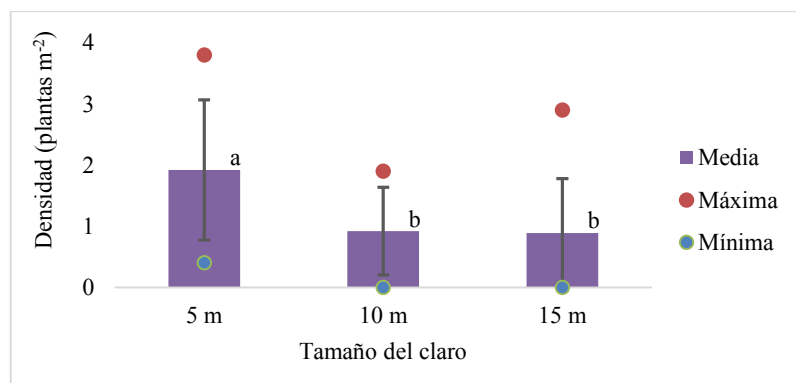


Figura 7. Regeneración de canelo del altura > 5 cm establecida en Butalcura para cada tamaño de claro. Letras iguales indican que no hay diferencia significativa ($P > 0,05$) entre las medias.

4.2. Origen de la regeneración

El origen de la regeneración presentó diferentes tendencias dependiendo de la zona, el tamaño del claro, la presencia de biomasa residual, el rango de altura de las plantas y la especie. En Butalcura, tepú y tiaca tendieron a regenerar mayormente de forma vegetativa que por semilla (figuras 8 y 9), contrario a lo sucedido en Inío. La densidad de la regeneración vegetativa de tepú de altura ≤ 5 cm y luma de altura > 5 cm en Butalcura y, tepú de altura > 5 cm y luma de altura ≤ 5 cm en Inío mostraron tendencia directamente proporcional al tamaño del claro, tendencia contraria presentó tiaca de altura ≤ 5 cm en Butalcura. La presencia de biomasa residual tendió a aumentar la regeneración vegetativa de tiaca y luma de altura > 5 cm en Butalcura. Por último, luma (Butalcura), tiaca (Inío) y tepú (en ambas zonas) presentaron distintas tendencias para su origen, dependiendo del tamaño de las plantas. En cambio, canelo tendió a regenerar mayormente por semilla, independiente de la zona, tamaño del claro o la presencia de biomasa residual (figura 10. Anexo 5: cuadros 6 y 7).

4.3. Efecto del tipo de sustrato en la regeneración

En Butalcura, la regeneración total se estableció mayoritariamente en el mantillo, la misma tendencia presentó luma y canelo, independiente del tamaño del claro, la presencia de biomasa residual o el tamaño de plantas de cada especie. Al contrario, tepú y tiaca se establecieron mayormente en troncos (figuras 8 y 9), aunque las plantas de tepú de altura ≤ 5 cm tendieron a disminuir esta preferencia cuando aumentó el tamaño del claro. Esto último sucedió con las plantas de tiaca de altura > 5 cm cuando no

existió la presencia de biomasa residual. En Inío, no hubo una tendencia marcada con respecto al tamaño del claro, pero sí con la presencia de biomasa residual, pues la preferencia de establecerse en el mantillo disminuyó cuando existió biomasa residual, tendencia que mostraron todas las especies independientemente de su rango de altura (figura 11). Finalmente, en las dos zonas de estudio hubo muy poca regeneración sobre suelo mineral (anexo 5: cuadros 8 y 9), pues hubo poca superficie de este tipo de sustrato expuesta en cada claro (observación en terreno).



Figura 8. Tipo de sustrato tronco en tratamientos sin biomasa residual (A) y regeneración vegetativa de tepú (B). Fotografías de Jan Bannister.

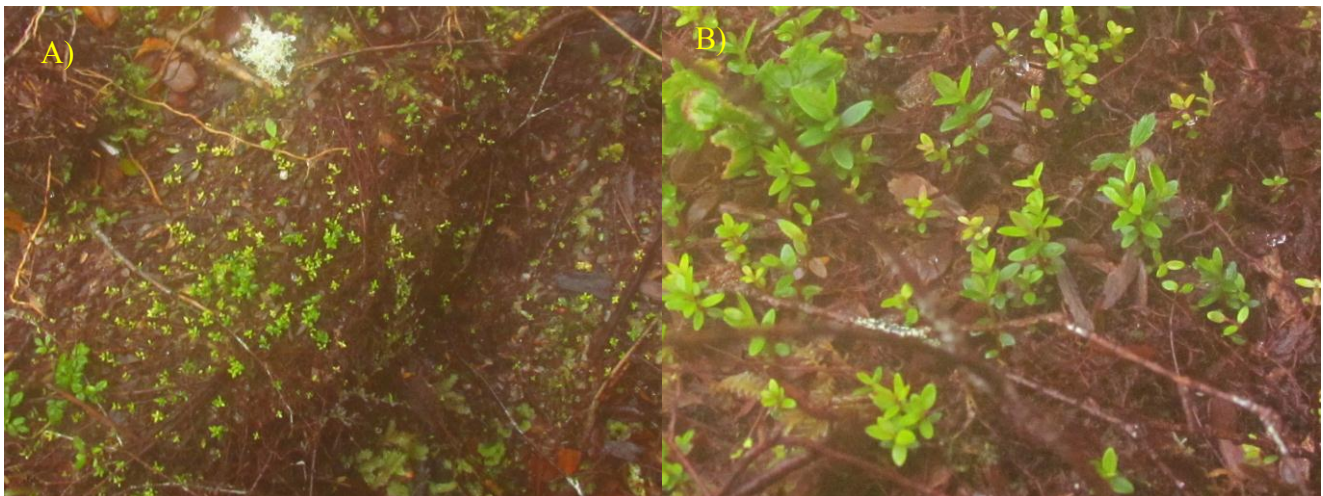


Figura 9. Tipo de sustrato tronco en un claro con biomasa residual (A) y regeneración de origen semilla de tepú y canelo (B). Fotografía de Klaus Kremer.

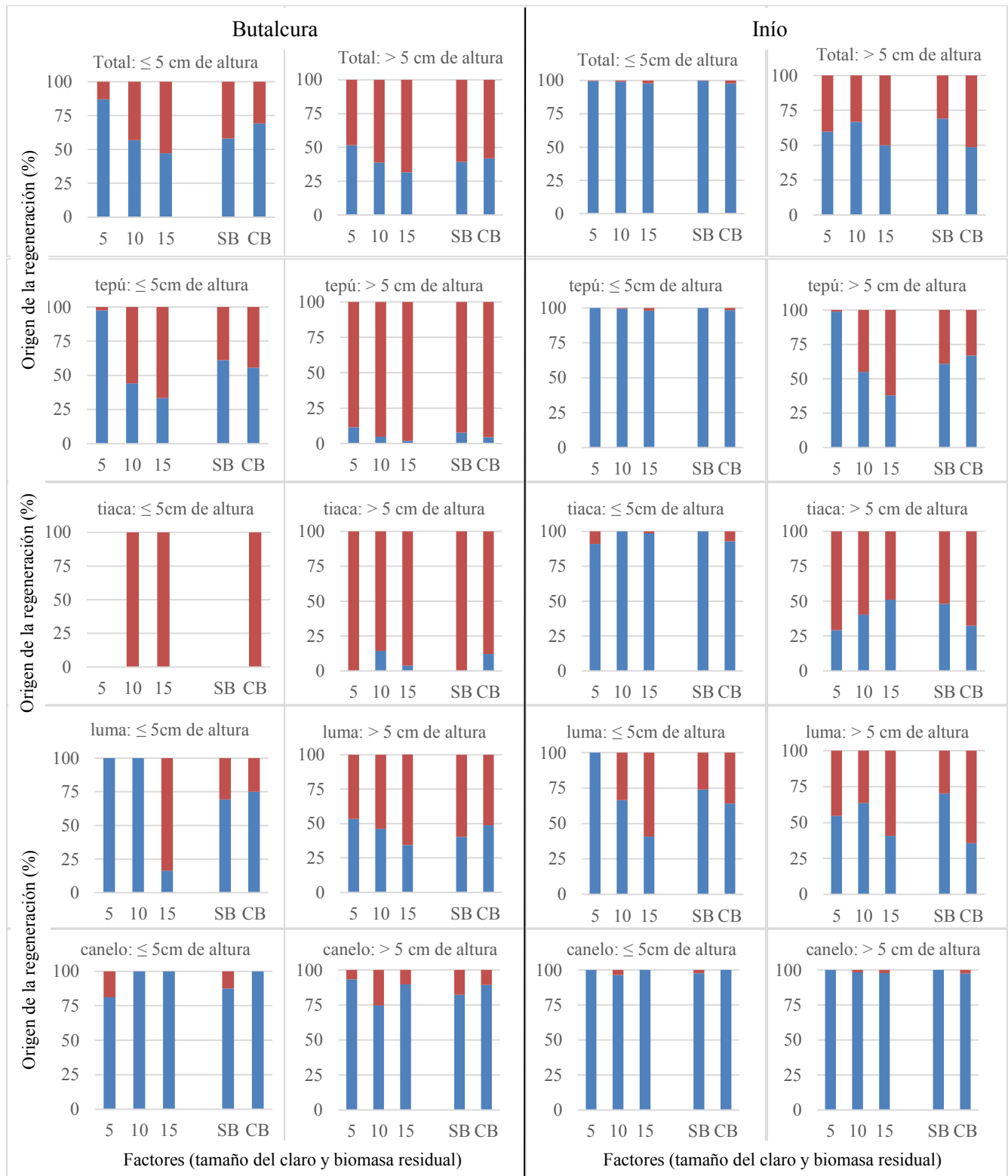


Figura 10. Distribución de la regeneración (%) en Butalcura e Inío para el factor tamaño del claro (5, 10 y 15 m de diámetro) y biomasa residual (sin [SB] o con [CB] biomasa residual), según el rango de altura de las plantas y su origen: vegetativo (rojo) y por semilla (azul).

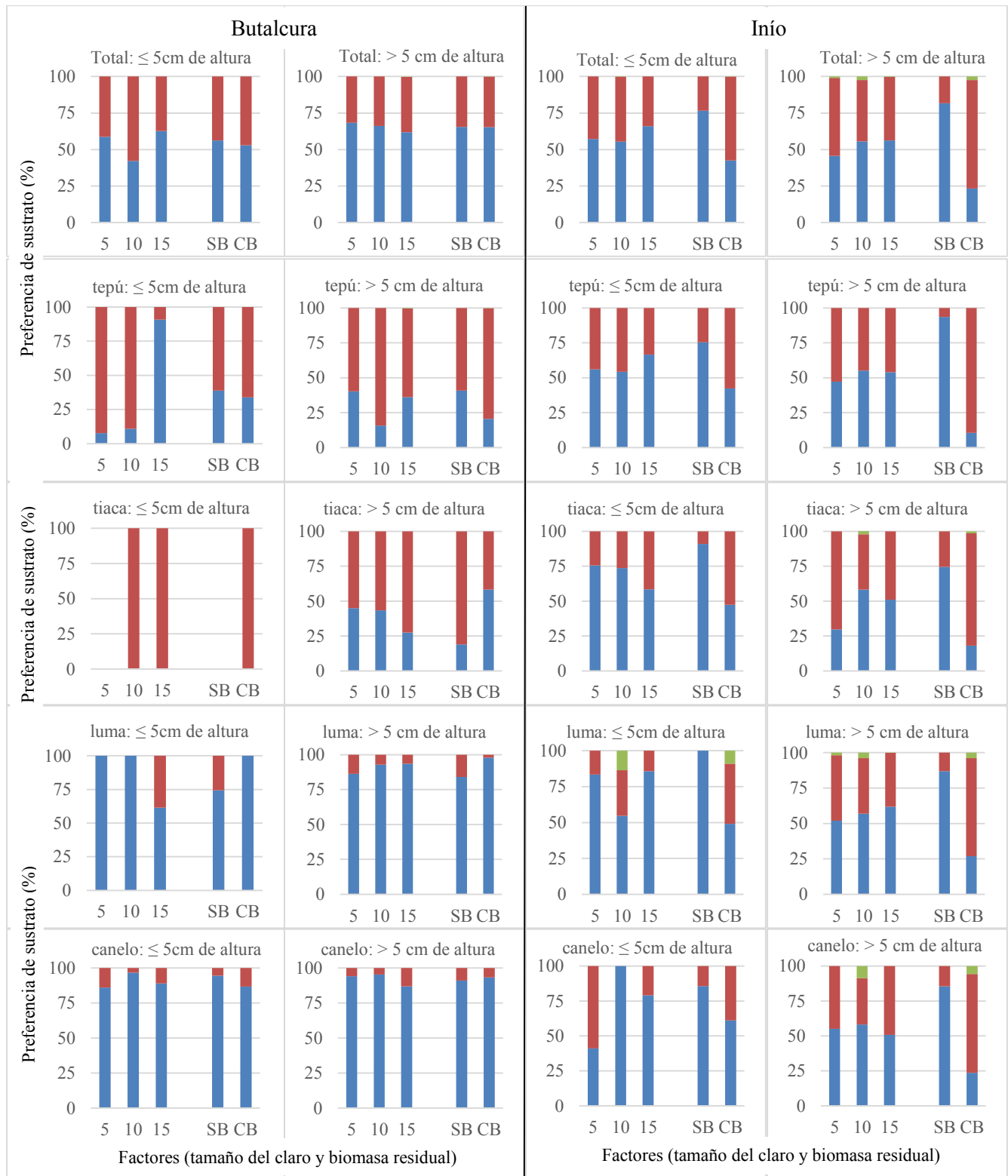


Figura 11. Distribución de la regeneración (%) en Butalcura e Inío para el factor tamaño del claro (5, 10 y 15 m de diámetro) y biomasa residual (sin [SB] o con [CB] biomasa residual), según el rango de altura de las plantas y tipo de sustrato: mantillo (azul), tronco (rojo) y suelo mineral (verde).

4.4. Efecto de la altura del sustrato en la regeneración

En Butalcura e Iníó, el sustrato donde se estableció la regeneración total fue preferentemente de altura ≤ 50 cm para el factor tamaño del claro y biomasa residual, con más de 75 y 50 % de preferencia en Butalcura e Iníó, respectivamente (figura 12). Esta tendencia la siguió tepú, tiaca, luma y canelo, con la excepción de la regeneración de tepú de altura > 5 cm en las dos zonas, pues en el tratamiento 10-BR se estableció mayoritariamente en el rango de > 50 -100 cm de altura de sustrato (anexo 5: cuadros 10 y 11).

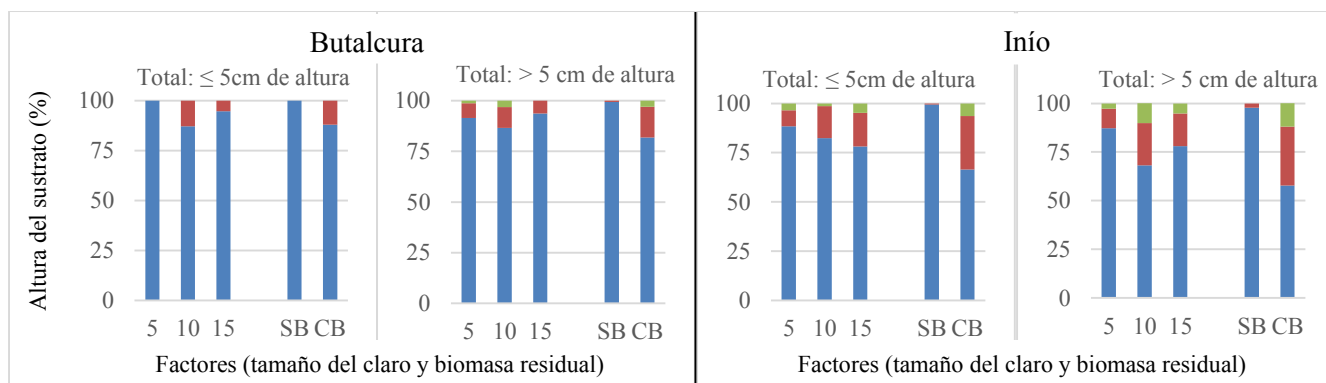


Figura 12. Distribución de la regeneración (%) en Butalcura e Iníó para el factor tamaño del claro (5, 10 y 15 m de diámetro) y biomasa residual (sin [SB] o con [CB] biomasa residual), según la altura de las plantas y altura del sustrato: ≤ 50 cm (azul), $> 50 - 100$ cm (rojo) y > 100 cm (verde).

4.5. Efecto de la luminosidad en la regeneración

El ajuste del modelo de regresión lineal simple para predecir la densidad media de la regeneración mediante el porcentaje de PPFD medido a 0,3 y 1,3 m de altura, separadamente para Butalcura e Iníó, mostró que tepú, tiaca, luma y canelo, en los rangos de altura menor y mayor a 5 cm, la varianza de los resultados de regeneración tiene baja explicación en función del factor luz ($R^2 < 23\%$ en todos los casos). Ello se debió a la alta dispersión de las nubes de puntos, donde puntos aislados fueron los que marcaron las distintas tendencias (anexo 5: figuras 1 a 18). Por ejemplo, cuando se agrupó la cantidad de regeneración de tepú en diferentes rangos de PPFD (%), dejó en evidencia que no existió una tendencia de la cantidad de plantas en función del grado de luminosidad, porque cada rango de luminosidad

presentó una alta variabilidad. Por otra parte, se observó similitud entre la luminosidad registrada a 0,3 m y 1,3 m de altura (figura 13).

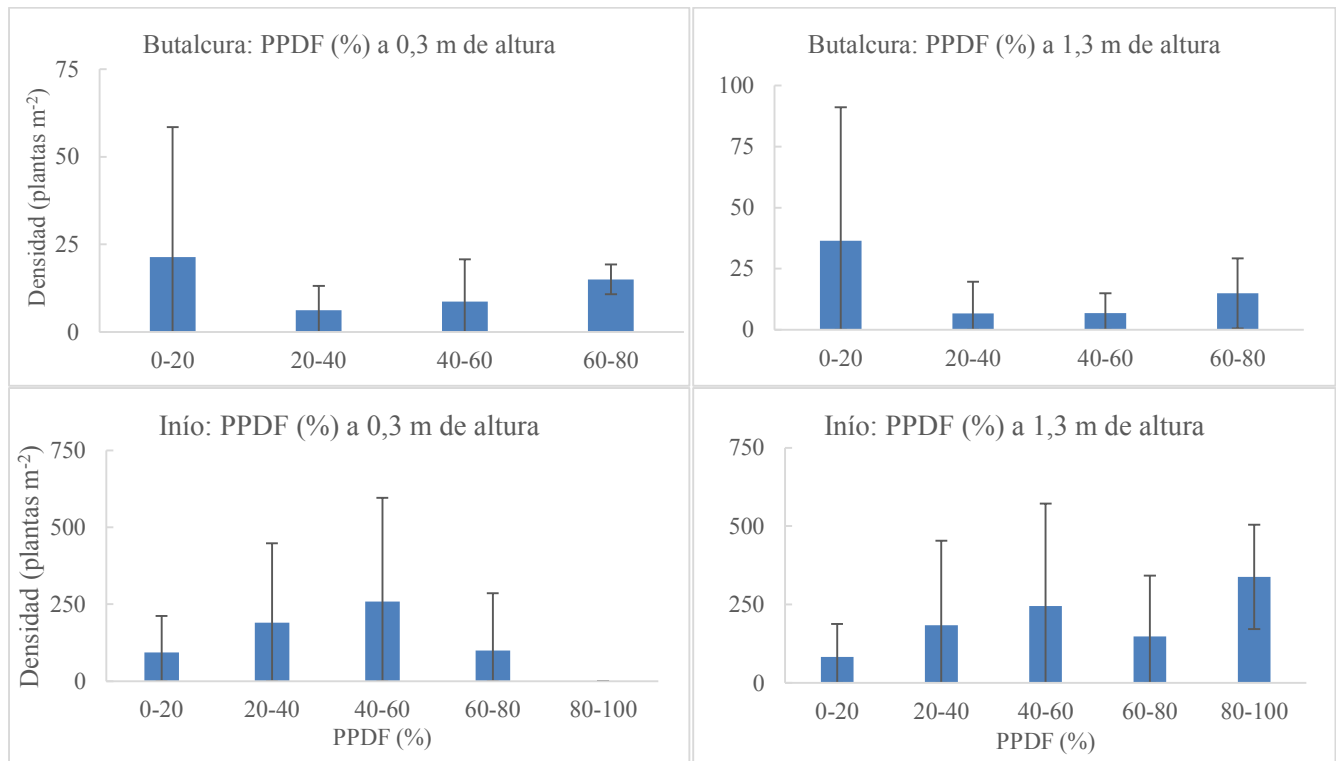


Figura 13. Densidad de regeneración total de tepú en diferentes rangos de intensidad de la luz (PPDF, *photosynthetic photon flux density*, medida en micromoles por metro cuadrado y por segundo) en porcentaje para Butalcura e Iníó.

Dentro de cada tamaño del claro, solamente la regeneración de tepú y tiaca ≤ 5 cm de altura en Iníó presentó una tendencia con la posición espacial, pues en los dos casos la regeneración tendió a disminuir de norte a sur, con excepción de tiaca en el claro de 5 m de diámetro, ya que presentó una tendencia contraria. Sin embargo, se debe destacar que existió una gran variabilidad en la cantidad de regeneración en cada posición dentro de cada claro (figura 14).

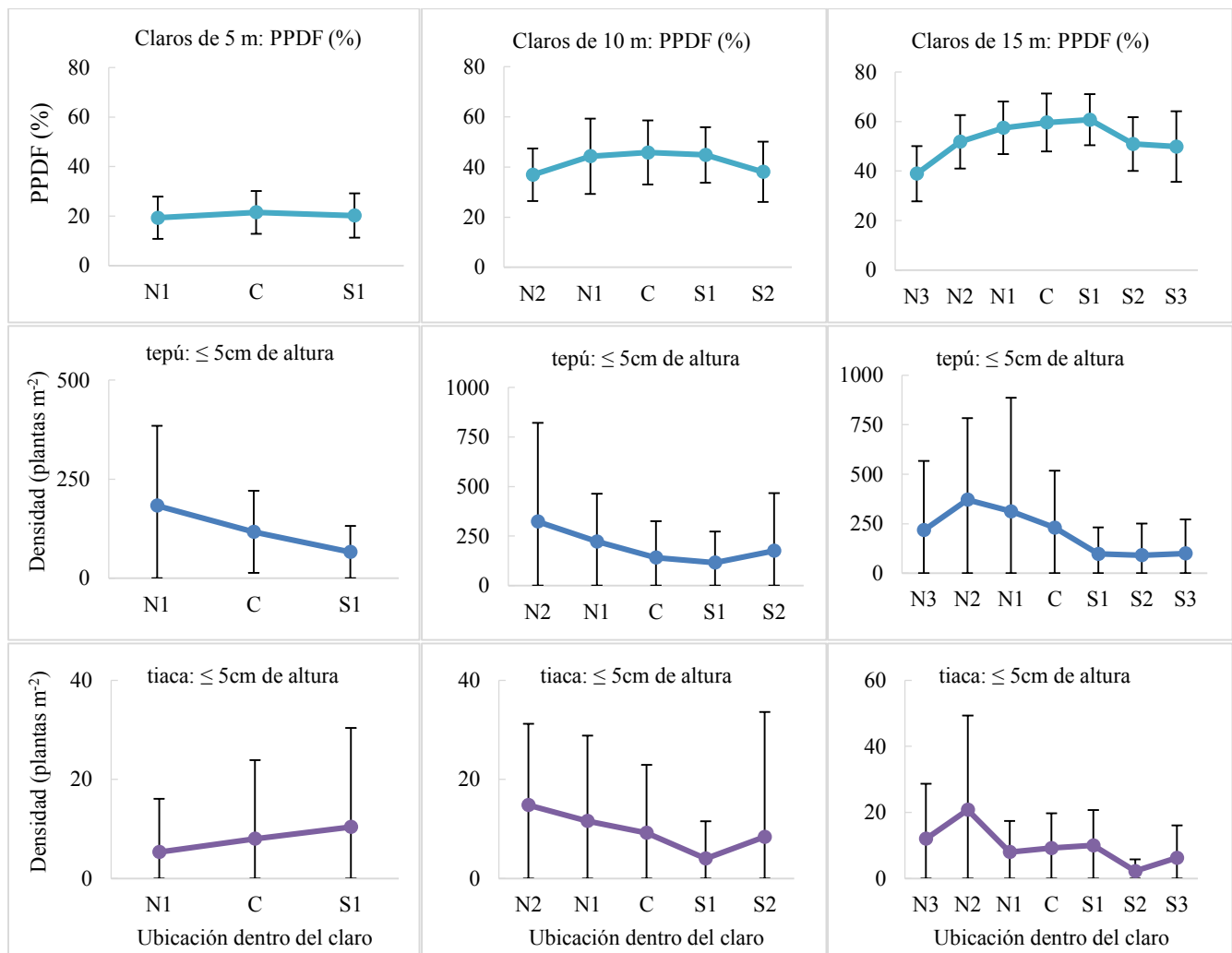


Figura 14. Densidad promedio de regeneración de altura $\leq 5\text{cm}$ por especie establecida en Butalcura, en un gradiente de norte (N) a sur (S) a 2 (1), 4 (2) y 6 m (3) del centro (C), para claros de 5 , 10 y 15 m de diámetro.

5. DISCUSIÓN

5.1. Nicho de regeneración de las principales especies del bosque luego de las intervenciones silviculturales

La densidad de plantas total obtenida en Butalcura (86 mil plantas ha^{-1}) e Iníó (un millón 735 mil plantas ha^{-1}) después de haber realizados los claros de diferentes tamaños con o sin la presencia de

biomasa residual, es superior a las reportadas por Donoso (1989b) para los métodos de cosecha y regeneración: tala rasa (3.961 plantas ha⁻¹), árbol semillero (8.741 plantas ha⁻¹), protección (31.411 plantas ha⁻¹) y selección (41.378 plantas ha⁻¹) realizados en bosques siempreverdes ubicados en la comuna de La Unión, región de Los Ríos. Además, Butalcura e Inío presentan una gran cantidad de especie regenerando (anexo 5: cuadro 1) producto de la diversidad de especies que componían el rodal antes de la intervención (cuadro 1), riqueza de especie similar a las encontradas en bosques siempreverde ubicados en la Cordillera de la Costa después de un año de diferentes tipos de cortas de cosecha y regeneración (Donoso 1989b). Las principales especies colonizadoras son: canelo en Butalcura, tiaca en Inío y luma y tepú en ambas zonas (figura 6), confirmando esta característica en el caso de canelo y luma (Donoso *et al.* 2006), y dejando en evidencia la capacidad de tiaca y tepú de ocupar tempranamente zonas intervenidas a través de claros (figura 6). Para canelo, luma, tiaca y tepú, el número de plantas por hectárea registrado en el presente estudio es muy superior a las 3.000 plantas ha⁻¹ exigido en el Reglamento Técnico N°259 del Decreto Ley 701, independiente del sitio, tamaño del claro y la presencia de biomasa residual (figura 6).

El tamaño del claro no afecta de forma significativa a la generalidad de la regeneración (figura 5). Una excepción corresponde a la regeneración de canelo de altura > 5 cm en Butalcura (figura 6), pues en los claros de 5 m de diámetro se establece mayor densidad de esta regeneración que en los claros de 10 y 15 m de diámetro (figura 7). Sin embargo, este comportamiento no se puede atribuir a la luminosidad (% de PPDF) que entra en cada claro, ya que esta variable otorga un bajo grado de explicación para predecir la densidad de la regeneración (anexo 5: figuras 1 a 18). Al descartar el porcentaje de luminosidad, se deduce que este comportamiento puede ser producto de condiciones de mayor humedad que poseen los claros de menor tamaño, comparado con aquellos de mayor tamaño, esto debido a la protección que generan los arboles alrededor de los claros (Grey *et al.* 2002).

En general, ninguna especie de la regeneración observada tiene relación con la luminosidad (% de PPDF), después de ocho meses en Butalcura y 12 meses en Inío. No obstante, varias especies, incluida tepú, son consideradas como intolerantes a la sombra (Figuroa y Lusk 2001) a pesar de que puede crecer bajo su propio dosel (Donoso *et al.* 2006). Esto indica que la luminosidad, en los rangos observados (figuras 13 y 14), no es la variable más importante para el establecimiento inicial de las especies relevantes de la regeneración de estos bosques.

En el caso de la biomasa residual, los claros con su presencia muestran mayor densidad media de regeneración que los claros sin residuos leñosos (figura 5). En Butalcura esto ocurre al considerar todas

las especies y clases de altura de las plantas; en cambio, en Inío se observa solamente en la regeneración total de altura > 5 cm. Este efecto de la biomasa residual se explica, principalmente, por la cantidad de regeneración de canelo en Butalcura, de luma en Inío y de tepú en ambas zonas, debido a que la biomasa residual promueve la regeneración vegetativa de luma y tepú (figura 11) en proporción directamente a la abundancia de tocones que componen el residuo leñoso (cuadro 1). Por ello aparece más regeneración de luma en Inío que en Butalcura (figura 6). Además, la biomasa residual se caracteriza por poseer una alta variabilidad, sobre todo en las clases diamétrica superiores (figura 2), condición que puede explicar la alta dispersión respecto a la media de la densidad de la regeneración, situación que ocurre en cada tratamiento silvicultural (figura 5). En otras palabras, la repoblación natural posee una alta variabilidad espacial, puesto que cada tratamiento estuvo posicionado en diferentes sectores del rodal (figura 4), por lo tanto, la densidad de la regeneración total o por especie es heterogénea dentro de los rodales para un mismo tratamiento (anexo 5: cuadros 4 y 5). Este resultado confirma la habilidad regenerativa por vía vegetativa de luma (Donoso *et al.* 2006) y tepú (Christie y Armesto 2003, Donoso *et al.* 2006). La regeneración de origen vegetativo tiene como característica plantas con altura > 5 cm (figura 10), debido a que posee un volumen de raíces bien desarrollado heredado de los individuos que conformaban el bosque anterior a la corta, permitiendo que el nuevo individuo adquiera mayor cantidad de recursos del suelo (O'Hara 2014). Al contrario, la regeneración de estas mismas especies que proviene de semilla posee mayor proporción de plantas con altura ≤ 5 cm (figura 10), pues este tipo de propagación recién está desarrollando un sistema radical en el período en que fue evaluado. Es decir, la regeneración que proviene de rebrote vegetativo posee mayor tamaño comparada con la repoblación proveniente de semilla, esto después de las intervenciones silviculturales en Butalcura (8 meses) e Inío (12 meses).

Por otra parte, la biomasa residual no inhibe la regeneración proveniente de semilla de tepú, pues los troncos que componen la biomasa residual poseen una capa de musgos donde la semilla puede germinar (observación en terreno) y establecerse una regeneración al menos durante el breve tiempo de evaluación considerado (figuras 3 y 9). Sin embargo, dicho sustrato puede ser adecuado para el crecimiento de las plantas siempre y cuando la biomasa residual se descomponga a medida que aumenten los requerimientos de espacio arraigable, agua y nutrientes de tepú (Christie y Armesto 2003, Díaz y Armesto 2007). También, estos resultados indican que la regeneración por semilla de tepú no solamente se establece preferentemente en troncos caídos con mayor grado de descomposición, como lo indican otros estudios (Christie y Armesto 2003), sino que también lo puede hacer en troncos con bajos grados de descomposición y, en mayor medida, sobre el mantillo, como sucedió en Inío (figura 11). Como tepú

no formaría un banco de semillas en el suelo (Figuroa y Armesto 1996), se puede deducir que las semillas fueron adicionadas en la temporada anterior.

La presencia de material leñoso residual también tiende a promover mayormente la regeneración de canelo (anexo 5: cuadro 9), especie que regenera mayormente por semilla (figura 10), que se establece preferentemente en el mantillo (figura 11), a un rango de altura del sustrato < 50 cm (figura 12). Esta especie posee un comportamiento pionero o colonizador en áreas húmedas después que los bosques son talados (Donoso *et al.* 1984, 2006). La presencia de biomasa residual probablemente genera mejores condiciones de semi-sombra y humedad que en los tratamientos sin biomasa residual, situación ideal para un repoblamiento exitoso de canelo, debido a la tolerancia media a la sombra y a su capacidad para regenerar en zonas de alta humedad (Donoso 1989a, 2006). Además, se deduce que el material leñoso (truncos y tocones) protege a las plántulas de la insolación, vientos y la precipitación directa, protección que también reciben las semillas de otras especies, como la de tepú.

La preferencia del tipo de sustrato donde se establece la regeneración inicial posee una relación directa con la biomasa residual (figura 11), ya que esta incide en la superficie de cada tipo de sustrato dentro de los claros, pues cuando no hay presencia de biomasa residual existe mayor superficie de mantillo, en cambio, cuando existe presencia de material leñoso hay mayor superficie de troncos. El mantillo proporciona las condiciones iniciales adecuadas para que las semillas de luma, canelo y tepú puedan germinar, pues se deduce que al estar compuesto por hojarasca y musgo puede conservar la humedad en el suelo (figura 3). Las mismas característica poseen los troncos (figuras 3 y 9), pues al estar compuestos mayoritariamente por tepú, árbol que posee una corteza de textura rugosa y con presencia de una capa de musgo sobre él, presenta condiciones adecuadas para que especies como canelo y tepú puedan germinar (figura 9), en otras palabras, el tipo de sustrato mantillo y tronco favorecen la repoblación por semilla de las especies canelo y tepú. Por último, la regeneración inicial presenta una escasa preferencia sobre el suelo mineral, resultado influenciado por la baja superficie de este tipo de sustrato en los distintos tamaño de claros con o sin la presencia de biomasa residual.

Actualmente no se tiene registro de a qué edad ocurre la madurez sexual y en qué mes se inicia la floración y fructificación del tepú, información que se podría utilizar para aplicar silvicultura, sobre todo en la planificación de las cortas de cosecha y regeneración, donde es importante hacer coincidir esta intervención con años de adecuada producción de semilla, sobre todo cuando este evento da origen a abundante regeneración (figuras 9 y 10), independientemente del tratamiento aplicado en este caso. Puesto que en el futuro si tan solo se tuviera un 10 a 20 % de sobrevivencia de esta regeneración, se

estaría asegurando la regeneración exigida en el Reglamento Técnico N°259 del Decreto Ley 701. Sin embargo, si no se toma en consideración el nicho de regeneración del tepú, no se asegura la renovación del bosque, porque las semillas requieren de ciertas condiciones para germinar y, luego, para que crezcan las plantas.

Debido a que solo han pasado ocho meses en Butalcura y 12 meses en Inío después de las intervenciones silviculturales, periodo en que no hubo efecto significativo del tamaño de los claros en las diferentes especies establecidas en las zonas de estudio (excepto en las plantas de altura > 5 cm de canelo), se hace necesario seguir evaluando estos ensayos en el futuro, debido a que el comportamiento de la repoblación natural presenta cambios a través del tiempo, como lo sucedido en la regeneración de bosques siempreverde ubicados en la Cordillera de la Costa, en donde la regeneración aumentó de un año a otro (Donoso 1989b).

5.2. Recomendaciones para el manejo de tepuales

Para el aprovechamiento de los bosques dominados por tepú, según el Reglamento Técnico N°259 del Decreto Ley 701, se pueden aplicar los métodos de cosecha y regeneración de protección y corta selectiva o entresaca. Además, se permiten métodos silviculturales alternativos, dentro de los cuales están: la tala rasa en fajas alternas y hoyos de luz (más detalles en el anexo 1). Si bien la tala rasa en fajas alternas se orienta según la dirección de los vientos predominantes con el propósito de facilitar la dispersión de semillas, actualmente no se consideran aspectos para que las semillas puedan germinar y establecerse dentro de la superficie intervenida, como la presencia de biomasa residual que ha resultado favorable según el presente estudio. Como tepú no formaría un banco de semillas en el suelo (Figuroa y Armesto 1996), la germinación sobre diversos tipos de sustratos (figura 11) puede ser importante para mantener la especie en el bosque. Por otra parte, el método tala rasa en faja al ser mal aplicado inhibe la regeneración de tepú, pues la superficie donde se pretende promover el establecimiento de la regeneración es usada como vía de saca y para la acumulación de desechos finos (figura 15)

Las intervenciones alternativas (tala rasa en faja y hoyo de luz), al no dejar biomasa residual, no estimularían la gran capacidad que posee tepú de regenerar de forma vegetativa, apreciada en los resultados de este trabajo (figura 10) y descrita por otros autores (Donoso *et al.* 2006). Como consecuencia, tepú presenta escasa regeneración en áreas con este tipo de manejo (Sanzana 2012).

A continuación, se plantean las siguientes recomendaciones para el manejo silvicultural de tepuales, considerando los resultados de este trabajo (recomendación a y b) y lo discutido sobre los métodos silviculturales aplicados actualmente en los tepuales (recomendaciones c a la f):



Figura 15. Tala rasa en fajas. Acumulación de desechos finos en zona amarilla. Vías de saca en zona roja. Fotografía de Jan Bannister.

- a) Generar claros entre 5 y 10 m de diámetro, con una separación entre claros del mismo diámetro para proporcionar semilla al área intervenida (figura 16) y así bajar la dependencia de la semillación previa a la corta.
- b) Dejar más del 25 % del claro con biomasa residual (figura 3) para que la semilla posea las condiciones adecuadas de micro-sitio para germinar y, a la vez, promover la regeneración vegetativa. Esta biomasa debe estar compuesta por tocones que posean aproximadamente 50 cm de altura, ya que en ese rango de altura del sustrato se establece la mayor cantidad de regeneración (figuras 10, 11 y 12).
- c) Las intervenciones deben realizarse en la época del año en que los frutos de tepú están maduros, ya que esta especie no forma un banco de semillas en el suelo (Figuroa y Armesto 1996) y si la

intervención se hace después de este evento, no se estaría promoviendo la regeneración por semilla de tepú y se darían ventajas a otras especies.

d) Utilizar vías de sacas permanentes y que estas no sean parte del área intervenida, pues así no se inhibe la regeneración que se está estableciendo y, se acota la remoción y compactación del suelo solamente a las vías de saca (figura 16).

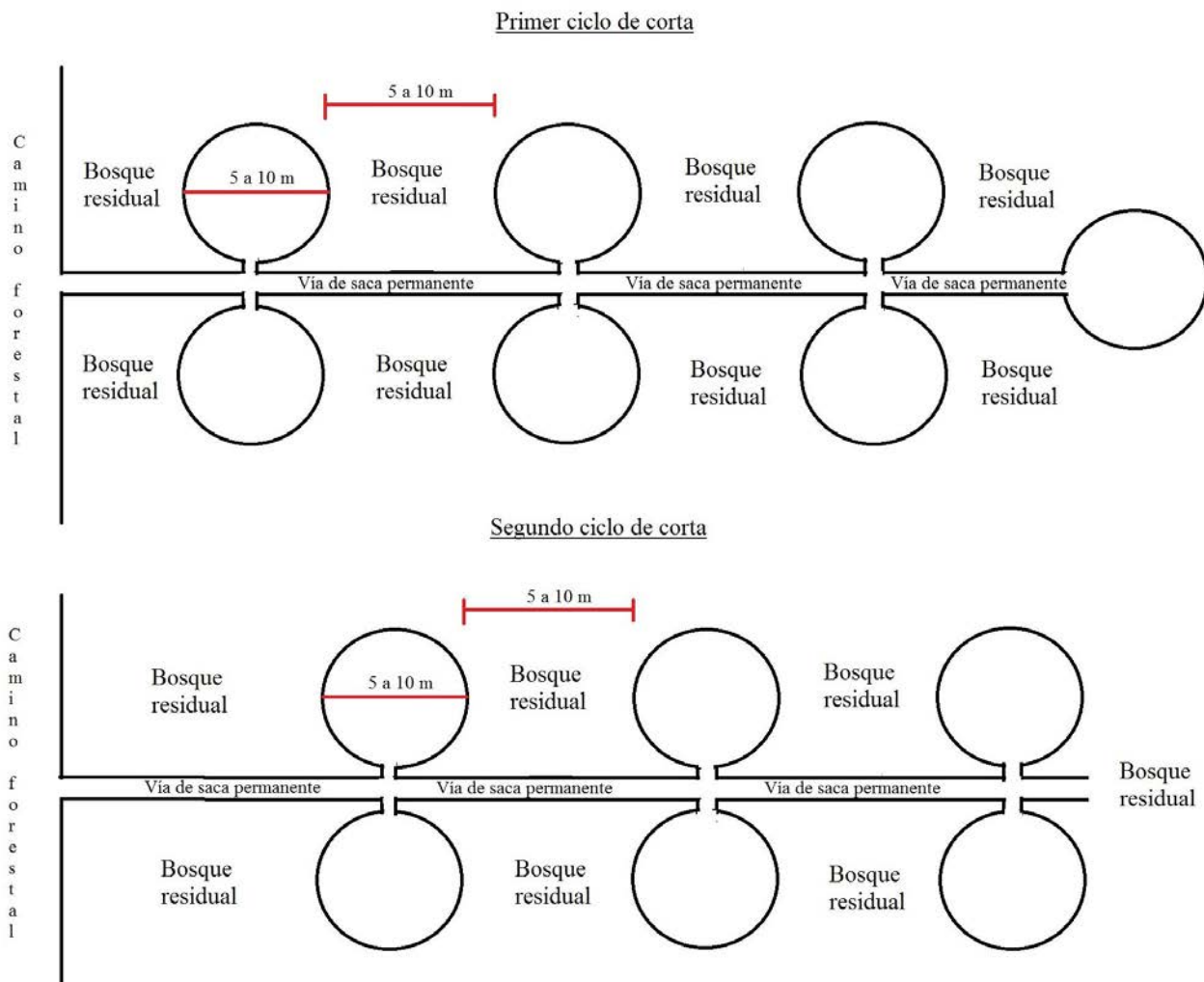


Figura 16. Recomendaciones para el manejo de tepuales. El esquema aplica solo al área cosechada del rodal.

e) El ancho de la vía de saca debe ser un 50 % más amplio que el ancho de la yunta de bueyes, con el propósito que los operadores puedan transitar alrededor de él en cualquier punto a lo largo de la vía de saca. La superficie de cada entrada a los claros debe permitir girar en 360° a la yunta de bueyes (figura

16). Esta recomendación se hace para que la yunta de bueyes en conjunto con el birloche¹ no tenga que pasar por la superficie donde se quiere promover la regeneración.

f) Los desechos finos (ramas y ramillas) deben ser acumulados en el perímetro del claro para que no dificulten la regeneración proveniente de semilla y vegetativa, como sucede en el método tala rasa en fajas (figura 16).

6. CONCLUSIONES

La densidad de la regeneración inicial se considera adecuada después de ocho meses en Butalcura y 12 meses en Inío. Las principales especies arbóreas pioneras son canelo (Butalcura), tiaca (Inío), luma y tepú (en ambas zonas).

El tamaño del claro no tiene un efecto en la regeneración inicial de Butalcura e Inío, excepto en la repoblación de canelo de altura > 5 cm en Butalcura, donde es favorecida. Por el contrario, la presencia de biomasa residual dentro de los claros se considera una alternativa viable para promover el inicio de la regeneración de canelo, luma y tepú.

La luminosidad en el rango observado no es relevante para el establecimiento inicial de la regeneración en Butalcura e Inío.

Los tipos de sustrato mantillo y tronco, no inhiben la repoblación natural proveniente de semilla de las especies tepú y canelo.

La regeneración inicial es heterogénea espacialmente en las dos zonas de estudio.

7. REFERENCIAS

Bannister J, P Pyttal. 2010. Silvicultura cercana a lo natural (SCN): ¿Una nueva visión para el sector forestal chileno?. *Revista Bosque Nativo* 46: 26-34.

¹ Birloche (palabra utilizada en la Isla de Chiloé) hace referencia a Birlocho: carruaje de madera sin ruedas, arrastrado generalmente por una yunta de bueyes, utilizado para el madereo desde la zona de corta hasta orilla de camino, transitando por las vías de saca.

- Bannister J. 2013. Métodos silviculturales alternativos para bosques adultos dominados por Tepú (*Tepualia stipularis*) en la Isla Grande de Chiloé. Castro, Chile. Proyecto FIBN 008/2013 CONAF-INFOR.
- CIREN (Centro de Investigación de Recursos Naturales, CL). 2003. Descripciones de suelo y materiales y símbolos. Estudio agrologico de la X Región. Santiago, Chile. Documento N° 123. 379 p.
- CONAF (Corporación Nacional Forestal, CL). 1981. Tipos forestales de los bosques nativos de Chile. 69 p. (Documento de Trabajo N°38).
- CONAF (Corporación Nacional Forestal, CL). 2012. Sistema de información territorial. Consultado el 20 de mayo 2015. Disponible en <http://sit.conaf.cl/>.
- Díaz M, J Armesto. 2007. Limitantes físicos y bióticos de la regeneración arbórea en matorrales sucesionales de la Isla Grande de Chiloé, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 80: 13-26.
- Donoso C, Grez R, Escobar B. 1984. Estructura y dinámica de bosques del tipo forestal siempreverde en un sector de Chiloé insular. *Bosque* 5(2): 82-104.
- Donoso C. 1989a. Antecedentes básicos para la silvicultura del tipo forestal siempreverde. *Bosque* 10(1): 37-53.
- Donoso C. 1989b. Regeneración y crecimiento en el tipo forestal siempreverde costero y andino tras tratamientos silviculturales. *Bosque* 10(2): 69-83.
- Donoso C. 2006. Las especies arbóreas de los bosques templados de Chile y Argentina. Autoecología. Valdivia, Chile. Marisa Cuneo. 678 p.
- Donoso P. 2013. Necesidades, opciones y futuro del manejo multietáneo en el centro-sur de Chile. In Donoso P, A Promis eds. *Silvicultura en Bosques Nativos. Avances en la investigación en Chile, Argentina y Nueva Zelandia*. Valdivia, Chile. Marisa Cuneo Ediciones. p. 55-85.
- Donoso C, M Gonzalez, A Lara. 2014. *Ecología Forestal, bases para el manejo sustentable y conservación de los bosques nativos de Chile*. Valdivia, Chile. Ediciones UACH. 720 p.
- Duncan C, J Armesto. 2003. Regeneration microsites and tree species coexistence in temperate rain forests of Chiloé Island, Chile. *Journal of Ecology* 91: 776-784.
- Figuroa J, J Armesto. 1996. Estrategias de germinación y latencia de semillas en especies del bosque templado de Chiloé, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 69: 243-251.
- Figuroa J, C Lusk. 2001. Germination requirements and seedling shade tolerance are not correlated in a Chilean temperate rain forest. *New Phytologist* 152: 483-489.

- Gray A, A Thomas, M Easter. 2002. Microclimatic and soil moisture responses to gap formation in coastal Douglas-fir forests. *Canadian Journal of Forest Research* 32: 332–343.
- Grubb P. 1977. The maintenance of species-richness in plant communities: the importance of the regeneration niche. *Biological Reviews* 52: 107-145.
- METEOCHILE (Dirección Meteorológica de Chile, CL). 2001a. Estadística climatológicas tomo II. Santiago, Chile. 542 p.
- METEOCHILE (Dirección Meteorológica de Chile, CL). 2001b. Estadística climatológicas tomo III. Santiago, Chile. 537 p.
- Morales E. 2005. Diseño experimental a través del análisis y modelo de regresión lineal: una guía práctica para entender la ciencia de la estadística. Santiago, Chile. Consultora Carolina. 248 p.
- O’Hara K. 2014. Multiaged silviculture: managing for complex forest stand structures. New York, Estados Unidos. Oxford University Press. 211 p.
- Parent S. & Messier C. 1996. A simple and efficient method to estimate microsite light availability under a forest canopy. *Canadian Journal of Forest Research* 26: 151–154.
- Poffet L. 2007. Bosque nativo y pequeño propietario Mapuche Huilliche Chiloé Chile. Informe de Práctica. Instituto de París de Tecnología para las Ciencias de la Vida, Alimentación y Medioambiente. Paris, Francia. 62 p.
- Sanzana J. 2012. Silvicultura en bosques dominados principalmente por Tepú (*Tepualia stipularis*). *Revista Bosque Nativo* 51: 25-29.
- Yamamoto S. 2000. Forest gap dynamics and tree regeneration. *Journal of Forest Research* 5: 223–229.

8. ANEXOS

Anexo 1. Información suplementaria del estado del arte

1. Modos de regeneración

Actualmente se han descrito tres modos de regeneración (Donoso 2014). El primero es el modo de regeneración por claros, característica que poseen aquellas especies que pueden establecerse mediante regeneración por semillas o regeneración vegetativa, o bien, la liberación de la regeneración ya existente, estos individuos aprovechan el aumento de luminosidad y otros recursos liberados después que se generan los claros por caídas de árboles individuales o en grupos por procesos autogénicos (endógenos), llegando a dominar los estratos superiores (Donoso 2014). El segundo, el modo de regeneración continuo, está representado por las especies que pueden regenerar, crecer y desarrollarse bajo dosel (tolerante a la sombra), sin la necesidad de la generación de disturbios que abran el dosel, sin embargo, en esta categoría no se excluyen las especies que cumplen con este requisito y además se ven favorecidas por la apertura del dosel (Donoso 2014). El tercero, el modo de regeneración catastrófico, que ocurre después de disturbios exógenos de gran escala (ejemplo, volcanismo, deslizamiento de tierra, incendios forestales), y en el cual se establece un cohorte más o menos coetáneo. A esto se agrega un cuarto modo de regeneración, el modo de regeneración esporádico, que ocurre en condiciones de sitios extremos, y donde la cobertura del dosel no supera el 25 %. Aquí no es el dosel y su apertura el que controla el establecimiento de la regeneración, son otros factores como el drenaje del suelo, altitud, entre otros (Donoso 2014).

El entendimiento de estos procesos permite prescribir tratamientos silviculturales con el fin de conducir al bosque a una condición deseada, para cumplir con objetivos de producción de bienes y/o servicios ecosistémicos (Yamamoto 2000, Donoso 2014).

2. Métodos de regeneración aplicados en bosques dominados por tepú

En Chile, el aprovechamiento del bosque nativo se realiza según el Reglamento Técnico N°259 del Decreto Ley 701. Este reglamento se basa en la aplicación de métodos de corta para los distintos tipos forestales reconocidos en el país. Por lo tanto, en los bosques dominados por tepú se puede aplicar el método de corta de protección y corta selectiva o entresaca. Por lo tanto, en los bosques dominados por

tepú se puede aplicar dos métodos de corta. El primero, el método de corta de protección, que es definido como el aprovechamiento paulatino del rodal en varias cortas parciales, con el objetivo de dar origen a un rodal coetáneo, a través de la regeneración natural que se inicia bajo la protección del rodal antiguo, donde el propietario deberá establecer como mínimo 3.000 plantas ha⁻¹ de las mismas especies, distribuida de forma homogénea dentro de la superficie manejada. Este tipo de corta es aplicable a los tipos forestales ciprés de Las Guaitecas y siempreverde. El segundo, la corta selectiva o entresaca, que se define como el madereo de árboles individuales o de pequeños grupos en una superficie que no supere los 3.000 m², donde se debe mantener, en el último caso, un área boscosa alrededor de lo cortado de, al menos, 50 metros. Mediante este método, se podrá extraer hasta el 35 % del área basal del rodal y, en el cual, se debe establecer como mínimo 10 plantas de la misma especie por cada individuo cortado, o 3.000 plantas ha⁻¹ del tipo correspondiente, en ambos casos la regeneración debe estar homogéneamente distribuidas. Una nueva corta selectiva en el mismo rodal, se puede efectuar después de cinco años desde la corta anterior. Este método es aplicable a los tipos forestales ciprés de Las Guaitecas y siempreverde.

A parte de los dos métodos de corta y regeneración descritos anteriormente, el artículo 25 del mismo decreto permite aplicar métodos silviculturales alternativos no contemplados en las disposiciones anteriores, estos métodos alternativos se deberán someter a la aprobación de la CONAF. El método silvicultural alternativo debe presentar un programa de corta o explotación y reforestación, indicando de forma clara y precisa la alternativa y la forma de obtener la regeneración de la superficie cortada. Para esta solicitud, CONAF tiene la facultad de aprobar o rechazar, este dependerá de la factibilidad técnica de obtener la supervivencia de la regeneración por el método propuesto, y además debe asegurar el menor riesgo de erosión al suelo. En este contexto, CONAF promueve dos métodos silviculturales alternativos para ser aplicados en bosques dominados por tepú (Sanzana 2012).

El primero, tala rasa en fajas alternas (figura 1), consiste en cosechar fajas de bosques en forma alterna y con un ancho que por lo general corresponde a dos veces la altura máxima promedio de los árboles que constituye el rodal, las fajas se establecen perpendicularmente a la dirección de los vientos predominantes durante el período de producción de semillas con el propósito de facilitar su dispersión, de esta forma una faja se cosecha y la otra proveerá de semilla a la faja cosechada. El segundo, tala rasa en hoyo de luz, que consiste en aprovechar el bosque cortando grupos de árboles entre 30 a 50 metros de diámetros generando un hoyo de luz, estos claros son distribuidos homogéneamente en el bosque con una cantidad de seis a nueve por hectárea. En los dos métodos alternativos descritos, se propone intervenir el resto del rodal a medida que se va desarrollando la regeneración en los sectores ya intervenidos.

En la provincia de Chiloé, Poffet (2007) evaluó la regeneración después de 5 a 10 años de haber realizado tala rasa en fajas y hoyos de luz, obteniendo como resultado que la especie con mayor éxito en regeneración después de estos métodos silviculturales alternativo fue canelo, seguido por coigüe (*Nothofagus dombeyi* (Mirb.) Oerst.) y luma (*Amomyrtus luma* (Mol) Legr. et Kausel), en cambio el tepú presenta nula regeneración. Además, estos métodos silviculturales se pueden considerar de alta intensidad, ya que proponen una extracción del 40 a 50 % del área basal y densidad total, en sitios donde este tipo de bosque se desarrolla, caracterizado por suelos ñadis delgados (Sanzana 2012).

La baja o nula regeneración que ha tenido el tepú a partir de los métodos antes descritos, ha producido que la CONAF en alguna oportunidad haya dispuesto una moratoria a la intervención de los tepuales, ya que la especie principal no se está regenerando luego de intervenciones (Sanzana 2012).



Figura 1. Tala rasa en fajas. Acumulación de desechos finos en zona amarilla. Vías de saca en zona roja. Fotografía de Jan Bannister.

Anexo 2. Área de estudio (información adicional)

1. Información adicional del clima

En Ancud (Butalcura), entre el año 1970 y 1994, la temperatura media fue de 11,2 °C y las temperaturas máximas y mínima media de 13,5 y 7,8 °C, respectivamente. El origen de los vientos predominante es Noroeste con una intensidad media de 24,1 km h⁻¹, sin embargo, la dirección variable es la que tiene mayor intensidad media (37 km h⁻¹). La humedad relativa anual media es de 81 % (METEOCHILE 2001a). En Quellón (Inío), entre el año 1970 y 1999, la temperatura media fue de 11,4 °C y las temperaturas máximas y mínima media de 13,8 y 8,2 °C, respectivamente. El origen de los vientos predominante es Norte con una intensidad media de 16,7 km h⁻¹, sin embargo, la dirección variable es la que tiene mayor intensidad media (37 km h⁻¹). La humedad relativa anual media es de 82 % (METEOCHILE 2001b).

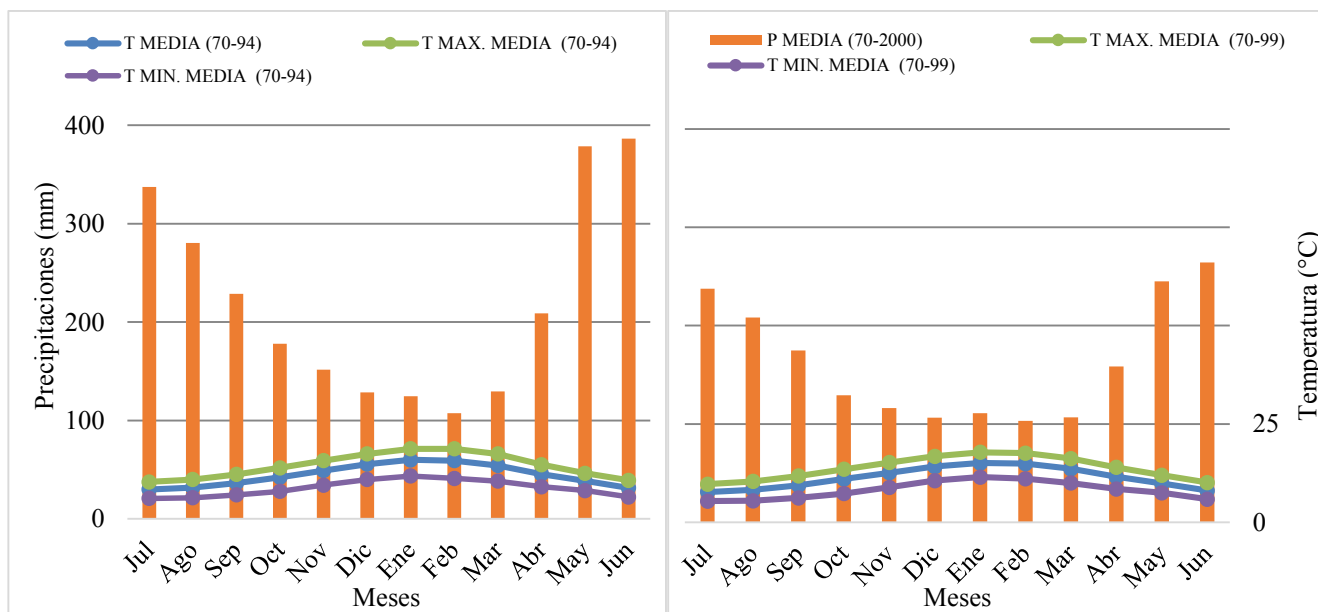


Figura 2. Climograma construido con datos de la Dirección Meteorológica de Chile (2001 a, b). Ancud (izquierda) y Quellón (derecha).

2. Información adicional de suelo

En Butalcura, el pH del suelo es muy fuertemente ácido (promedio 4,6). Entre los elementos nutritivos que se midieron, está el nitrógeno (N) que representa en 0,83 % del total del suelo el boro (B), fósforo (P), potasio (K) con 0,7, 5,8 y 133,5 mg kg⁻¹, respectivamente (Bannister 2013).

En Inío, el pH del suelo es muy fuertemente ácido (promedio 4,9). Entre los elementos nutritivos que se midieron, está el nitrógeno (N) que representa en 0,25 % del total del suelo, y el boro (B), fósforo (P), potasio (K) con 0,6, 7,0 y 95,3 mg kg⁻¹, respectivamente (Bannister 2013).

3. Características dasométricas de los rodales.

Cuadro 1. Características dasométricas medias de los rodales de Butalcura e Inío (Bannister 2013).

Especie	Butalcura				Inío			
	Densidad (árboles ha ⁻¹)	Altura* (m)	DMC* (cm)	Área basal (m ² ha ⁻¹)	Densidad (árboles ha ⁻¹)	Altura* (m)	DMC* (cm)	Área basal (m ² ha ⁻¹)
tepú	2.405	9,5	14	36,1	2.037	9,5	18,3	52,6
tiaca	272	8,5	10,1	2,6	385	9,4	11,9	6,1
luma	17	8,8	8	0,1	635	9,6	17,1	16,9
canelo	272	14,4	20	6,3	170	11,5	15	3,1
coigüe de Chiloé	243	16,8	29,2	12,9	153	13,4	34	11,4
avellano	102	8,4	10	1	57	8,6	7,5	0,4
tineo	124	12,1	12	1,5	6	17	77,2	2,6
meli	6	8	5,2	0,01	74	10,2	12,1	0,8
mañío de hoja punzante	23	14,2	17	0,7	11	8,5	11,2	0,1
Chilchilco	28	5,3	6,2	0,1	-	-	-	-
ulmo	17	13,8	10,7	0,2	-	-	-	-
tepa	-	-	-	-	11	13,5	22,1	0,5
notro	-	-	-	-	6	18	11	0,1
fuique	-	-	-	-	6	10	12	0,1
pitra	-	-	-	-	6	6	7	0,02
Totales	3.509	10,4	14,9	61,5	3.557	9,8	17,7	94,7

*: Promedio ponderado.

Anexo 3. Esquema de unidades experimentales.

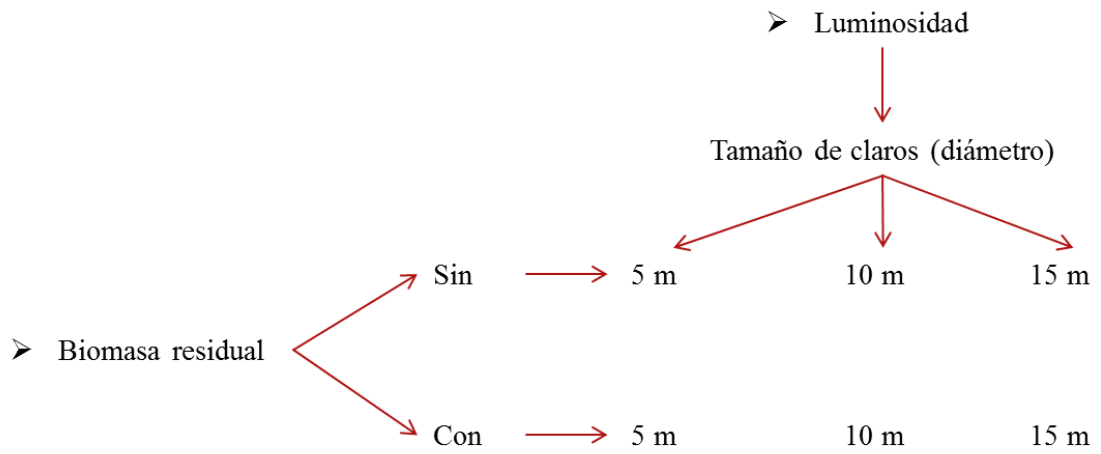


Figura 2. Esquema de unidades experimentales para cada cuadrante.

Anexo 4. Esquema de distribución de cuadrantes dentro de las unidades experimentales.

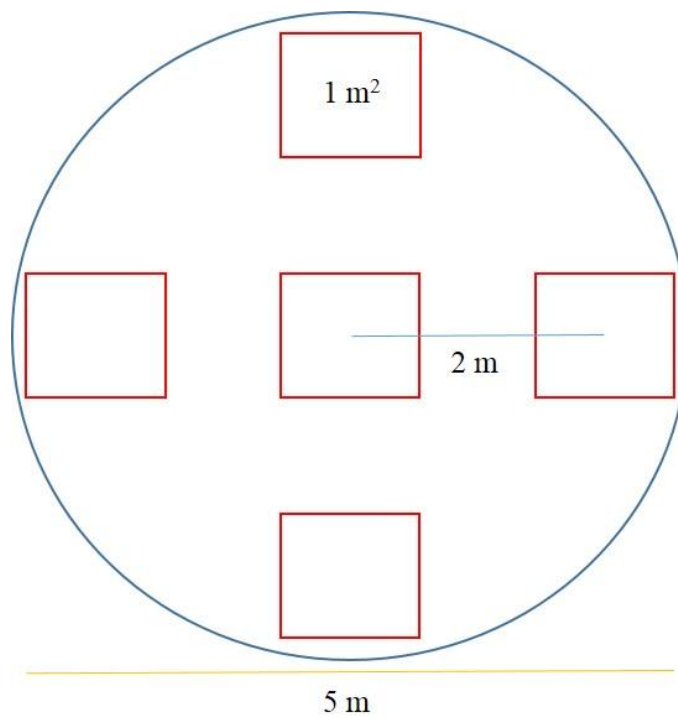


Figura 1. Esquema de subparcelas dentro de una unidad experimental de 5 metros de diámetro.

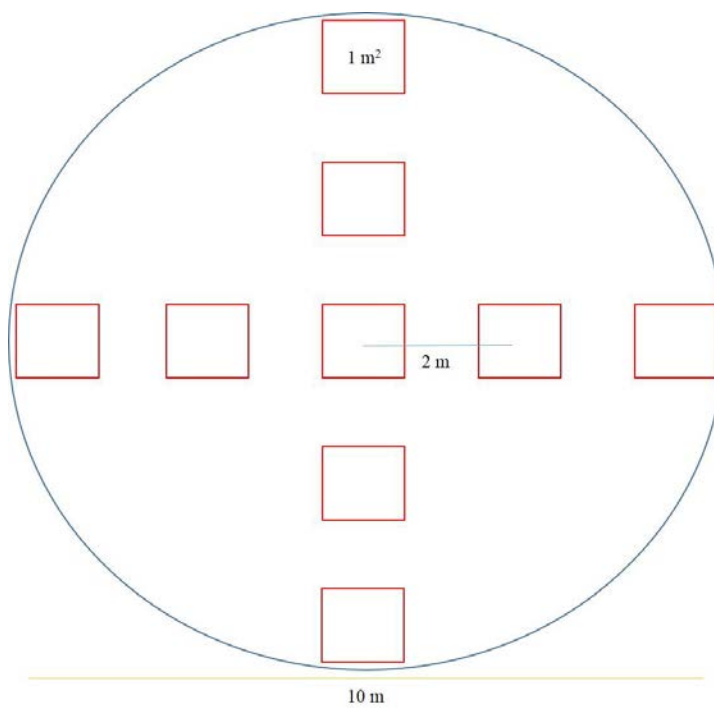


Figura 2. Esquema de subparcelas dentro de una unidad experimental de 10 metros de diámetro.

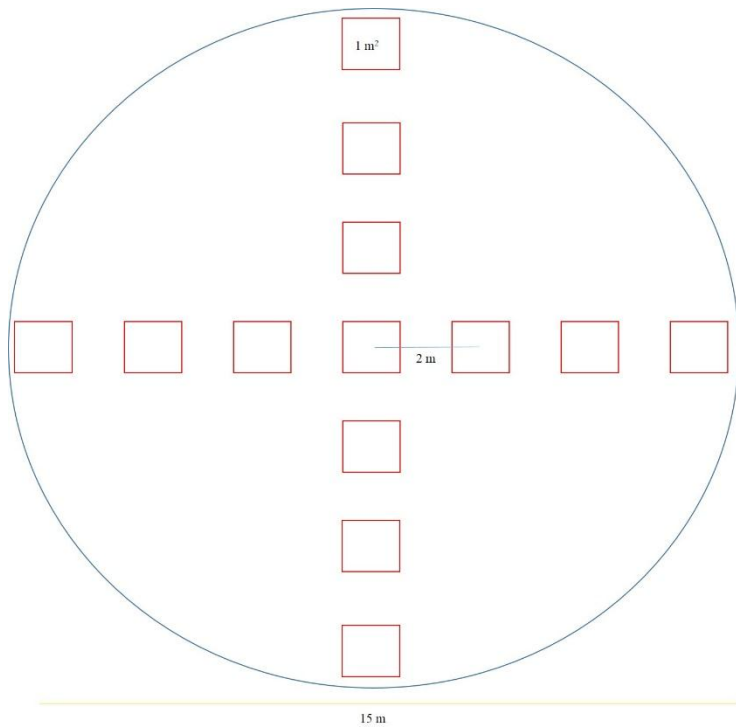


Figura 3. Esquema de subparcelas dentro de una unidad experimental de 15 metros de diámetro.

Cuadro 1. Cantidad de subparcelas por unidad experimental, bloque y rodal.

Unidad	Diámetro de claros (m)			Total
	5	10	15	
Subparcela	5	9	13	27
Bloque	10	18	26	53
Rodal	50	90	130	270
Total	100	180	260	540

Anexo 5. Detalles de los resultados obtenidos

Cuadro 1. Listado de la regeneración total establecida en Butalcura e Inío.

Especies	Butalcura		Inío	
	Densidad (plantas ha ⁻¹)	Densidad relativa (%)	Densidad (plantas ha ⁻¹)	Densidad relativa (%)
arrayán	29	0,2	546	0,2
avellano	211	1,4	-	-
canelo	4.358	28,1	2.226	0,6
coigüe de Chiloé	568	3,7	677	0,2
fuique	-	-	167	< 0,1
luma	2.576	16,6	9.589	2,7
<i>M. parviflora</i>	808	5,2	44	< 0,1
mañio macho	204	1,3	175	< 0,1
meli	-	-	15	< 0,1
notro	-	-	597	0,2
olivillo	-	-	7	< 0,1
patagua	-	-	95	< 0,1
pitra	-	-	15	< 0,1
sauco	65	0,4	444	0,1
tepa	-	-	888	0,3
tepú	5.791	37,4	314.192	89,6
tiaca	844	5,4	20.226	5,8
tineo	36	0,2	837	0,2
Total	15.490	100,0	350.737	100,0

Cuadro 2. Prueba no paramétrica Scheirer-Ray-Hare para los factores biomasa residual, factor luz y la interacción entre factores para las especies más relevantes.

Regeneración	Especie	Sectores					
		Butalcura			Iníó		
		Biomasa	Luz	Interacción	Biomasa	Luz	Interacción
Total	Canelo	0,152	0,125	0,619	0,980	0,330	0,250
	Luma	0,178	0,364	0,714	0,400	0,580	0,940
	Tepú	0,178	0,882	0,670	0,140	0,950	0,770
	Tiaca	0,755	0,897	0,536	0,690	0,160	0,900
	<i>M. parviflora</i>	0,520	0,323	0,562	-	-	-
	Todas las especies	0,040*	0,369	0,870	0,160	0,900	0,670
Menor a 5 cm de altura total	Canelo	0,110	0,349	0,718	0,140	0,760	0,830
	Luma	0,468	0,636	0,627	0,290	0,410	0,850
	Tepú	0,152	0,651	0,566	0,140	0,940	0,760
	Tiaca	0,725	0,867	0,488	0,310	0,210	0,960
	<i>M. parviflora</i>	0,494	0,298	0,576	-	-	-
	Todas las especies	0,110	0,965	0,953	0,110	0,900	0,700
Mayor a 5 cm de altura total	Canelo	0,473 ^a	0,032 ^{a*}	0,250 ^a	0,690	0,300	0,230
	Luma	0,309	0,418	0,755	0,140	0,760	0,830
	Tepú	0,254	0,496	0,899	0,270	0,210	0,250
	Tiaca	0,852	0,910	0,581	0,400	0,240	0,190
	<i>M. parviflora</i>	0,575	0,412	0,412	-	-	-
	Todas las especies	0,206	0,066	0,867	0,002 ^{a*}	0,826 ^a	0,674 ^a

^a = Análisis de varianza; * = $P < 0,05$.

Cuadro 3. Comparación múltiple factor luz para canelo de altura > 5 cm. Butalcura.

(I) Factor luz	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Significancia (Valor P)	Intervalo de confianza al 95%		
				Límite inferior	Límite superior	
1	2	1,0000*	0,4185	0,024*	0,141	1,859
	3	1,0300*	0,4185	0,021*	0,171	1,889
2	1	-1,0000*	0,4185	0,024*	-1,859	-0,141
	3	0,0300	0,4185	0,943	-0,829	0,889
3	1	-1,0300*	0,4185	0,021*	-1,889	-0,171
	2	-0,0300	0,4185	0,943	-0,889	0,829

* = $P < 0,05$.

Cuadro 4. Estadística descriptiva para la regeneración total de Butalcura.

Especies	Tratamiento	Parámetros descriptivos				
		Mínima (plantas m ⁻²)	Media (plantas m ⁻²)	Máxima (plantas m ⁻²)	Desviación estándar (plantas m ⁻²)	Coefficiente de variación (%)
Total de especies	5-SB	3,2	7,0	8,6	2,2	31,4
	10-SB	1,9	5,6	11,0	3,8	67,6
	15-SB	0,8	5,6	8,3	3,5	63,7
	5-CB	6,2	17,8	48,2	17,3	97,0
	10-CB	2,1	7,7	12,8	4,4	57,2
	15-CB	3,4	8,4	16,5	5,3	63,4
Media	SB	0,8	6,1	11,0	3,1	50,9
	CB	2,1	11,3	48,2	11,0	97,6
Tepú	5-SB	0,0	1,6	4,8	1,8	112,6
	10-SB	0,2	2,0	4,9	2,0	98,8
	15-SB	0,0	1,0	2,5	1,1	117,6
	5-CB	0,0	9,7	35,0	14,7	151,5
	10-CB	0,2	2,8	8,3	3,4	121,3
	15-CB	0,2	3,6	10,3	4,2	115,7
Tiaca	5-SB	0,0	0,2	0,6	0,2	122,5
	10-SB	0,0	0,3	1,2	0,5	201,1
	15-SB	0,0	0,5	2,0	0,8	160,9
	5-CB	0,0	0,4	2,0	0,9	223,6
	10-CB	0,0	0,6	2,0	0,9	148,6
	15-CB	0,0	0,4	1,8	0,8	177,7
Luma	5-SB	0,6	1,0	1,2	0,2	22,8
	10-SB	0,6	0,9	1,3	0,3	38,9
	15-SB	0,1	2,0	8,3	3,5	171,9
	5-CB	0,8	2,0	4,6	1,5	74,5
	10-CB	0,1	1,0	1,9	0,7	72,9
	15-CB	0,2	1,0	1,9	0,8	77,4
Canelo	5-SB	0,8	3,5	6,2	2,3	66,1
	10-SB	0,0	1,6	5,4	2,3	146,5
	15-SB	0,0	0,9	2,5	1,1	132,6
	5-CB	0,4	4,5	11,0	4,1	91,5
	10-CB	0,4	2,5	5,8	2,2	85,0
	15-CB	0,4	2,4	5,1	1,9	79,0

Factor tamaño del claro: 5, 10 y 15 m de diámetro. Factor biomasa residual: sin (SB) y con (CB) biomasa residual.

Cuadro 5. Estadística descriptiva para la regeneración total de Inío.

Especies	Tratamiento	Parámetros descriptivos				
		Mínima (plantas m ⁻²)	Media (plantas m ⁻²)	Máxima (plantas m ⁻²)	Desviación estándar (plantas m ⁻²)	Coefficiente de variación (%)
Total de especies	5-SB	46,6	145,2	288,0	96,9	66,7
	10-SB	45,3	291,9	627,2	251,1	86,0
	15-SB	20,3	239,2	552,7	223,0	93,2
	5-CB	29,4	141,6	289,0	126,8	89,5
	10-CB	13,3	106,9	216,1	90,5	84,6
	15-CB	24,6	116,0	209,2	87,6	75,5
	Total	13,3	173,5	627,2	161,4	93,1
Tepú	5-SB	25,6	127,4	284,6	103,4	81,1
	10-SB	24,4	270,7	621,2	259,4	95,9
	15-SB	7,5	223,4	540,5	220,6	98,8
	5-CB	15,2	125,5	272,8	124,5	99,2
	10-CB	0,9	89,8	185,4	86,0	95,7
	15-CB	5,8	94,2	185,2	84,8	90,0
Tiaca	5-SB	0,0	11,2	34,6	13,7	122,5
	10-SB	1,8	11,4	41,8	17,0	149,7
	15-SB	4,5	11,7	28,6	9,6	82,1
	5-CB	0,0	6,9	18,0	7,0	101,8
	10-CB	1,0	7,5	27,0	11,0	147,8
	15-CB	4,6	11,1	18,7	6,1	54,7
Luma	5-SB	1,0	3,6	8,4	2,8	79,8
	10-SB	1,0	6,5	13,6	6,3	95,9
	15-SB	0,8	2,8	5,2	1,6	58,3
	5-CB	0,8	6,0	14,4	5,7	94,3
	10-CB	1,3	5,5	10,6	3,6	64,9
	15-CB	0,8	5,5	12,1	5,0	90,8
Canelo	5-SB	0,2	1,9	4,8	1,8	93,3
	10-SB	0,0	1,8	3,8	1,4	78,5
	15-SB	0,1	0,2	0,4	0,2	66,7
	5-CB	0,0	1,4	2,8	1,3	87,5
	10-CB	0,1	0,7	1,4	0,7	89,4
	15-CB	0,2	1,5	5,1	2,1	143,7

Factor tamaño del claro: 5, 10 y 15 m de diámetro. Factor biomasa residual: sin (SB) y con (CB) biomasa residual.

Cuadro 6. Distribución de la regeneración (%) en los tratamientos según el rango de altura de las plantas y su origen en Butalcura.

Especies	Tratamiento	Total de plantas (%)		Altura ≤ 5 cm (%)		Altura > 5 cm (%)	
		Semilla	Vegetativo	Semilla	Vegetativo	Semilla	Vegetativo
Total de especies	5-SB	68,6	31,4	76,9	23,1	65,0	35,0
	10-SB	50,4	49,6	70,0	30,0	32,8	67,2
	15-SB	22,4	77,6	27,6	72,4	19,9	80,1
	5-CB	71,9	28,1	96,9	3,1	38,1	61,9
	10-CB	44,2	55,8	43,6	56,4	44,7	55,3
	15-CB	53,0	47,0	66,7	33,3	43,3	56,7
Tepú	5-SB	39,0	61,0	100,0	0,0	13,8	86,2
	10-SB	48,9	51,1	83,3	16,7	9,5	90,5
	15-SB	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0
	5-CB	64,5	35,5	94,9	5,1	9,3	90,7
	10-CB	3,1	96,9	5,0	95,0	0,0	100,0
	15-CB	32,9	67,1	66,7	33,3	4,0	96,0
Tiaca	5-SB	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0
	10-SB	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0
	15-SB	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0
	5-CB	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0
	10-CB	15,4	84,6	0,0	100,0	28,6	71,4
	15-CB	3,4	96,6	0,0	100,0	7,7	92,3
Luma	5-SB	66,7	33,3	100,0	0,0	60,0	40,0
	10-SB	53,8	46,2	100,0	0,0	48,6	51,4
	15-SB	10,5	89,5	7,7	92,3	12,3	87,7
	5-CB	54,9	45,1	100,0	0,0	46,5	53,5
	10-CB	48,8	51,2	100,0	0,0	43,6	56,4
	15-CB	48,4	51,6	25,0	75,0	56,3	43,8
Canelo	5-SB	83,9	16,1	62,5	37,5	96,4	3,6
	10-SB	81,4	18,6	100,0	0,0	56,7	43,3
	15-SB	96,4	3,6	100,0	0,0	93,8	6,3
	5-CB	96,5	3,5	100,0	0,0	90,2	9,8
	10-CB	96,5	3,5	100,0	0,0	92,6	7,4
	15-CB	92,5	7,5	100,0	0,0	85,5	14,5
<i>M. parviflora</i>	5-SB	33,3	66,7	0,0	0,0	33,3	66,7
	10-SB	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0
	15-SB	9,8	90,2	20,0	80,0	3,2	96,8
	5-CB	92,9	7,1	100,0	0,0	50,0	50,0
	10-CB	9,1	90,9	0,0	0,0	9,1	90,9
	15-CB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Factor tamaño del claro: 5, 10 y 15 m de diámetro. Factor biomasa residual: sin (SB) y con (CB) biomasa residual.

Cuadro 7. Distribución de la regeneración (%) en los tratamientos según el rango de altura de las plantas y su origen en Inío.

Especies	Tratamiento	Total de plantas (%)		Altura ≤ 5 cm (%)		Altura > 5 cm (%)	
		Semilla	Vegetativo	Semilla	Vegetativo	Semilla	Vegetativo
Total de especies	5-SB	98,2	1,8	100,0	0,0	64,6	35,4
	10-SB	99,1	0,9	99,7	0,3	72,3	27,7
	15-SB	99,2	0,8	99,8	0,2	70,1	29,9
	5-CB	95,7	4,3	99,3	0,7	54,8	45,2
	10-CB	94,7	5,3	98,7	1,3	61,3	38,7
	15-CB	89,2	10,8	95,9	4,1	29,7	70,3
Tepú	5-SB	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0
	10-SB	100,0	0,0	100,0	0,0	25,0	75,0
	15-SB	99,8	0,2	100,0	0,0	57,6	42,4
	5-CB	100,0	0,0	100,0	0,0	97,6	2,4
	10-CB	98,6	1,4	99,0	1,0	84,7	15,3
	15-CB	94,7	5,3	96,0	4,0	18,3	81,7
Tiaca	5-SB	86,4	13,6	100,0	0,0	30,9	69,1
	10-SB	95,7	4,3	100,0	0,0	38,9	61,1
	15-SB	96,6	3,4	100,0	0,0	74,3	25,7
	5-CB	69,2	30,8	81,8	18,2	27,5	72,5
	10-CB	87,5	12,5	100,0	0,0	41,7	58,3
	15-CB	78,9	21,1	97,0	3,0	27,7	72,3
Luma	5-SB	76,4	23,6	100,0	0,0	71,2	28,8
	10-SB	72,4	27,6	69,2	30,8	74,2	25,8
	15-SB	60,6	39,4	52,9	47,1	65,2	34,8
	5-CB	43,0	57,0	100,0	0,0	38,1	61,9
	10-CB	54,6	45,4	63,6	36,4	52,7	47,3
	15-CB	17,2	82,8	28,6	71,4	16,2	83,8
Canelo	5-SB	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0
	10-SB	94,9	5,1	92,9	7,1	100,0	0,0
	15-SB	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0
	5-CB	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0
	10-CB	97,0	3,0	100,0	0,0	96,6	3,4
	15-CB	97,9	2,1	100,0	0,0	95,7	4,3

Factor tamaño del claro: 5, 10 y 15 m de diámetro. Factor biomasa residual: sin (SB) y con (CB) biomasa residual.

Cuadro 8. Distribución de la regeneración (%) en los tratamientos según el rango de altura de las plantas y el tipo de sustrato donde se establecieron en Butalcura.

Especies	Tratamiento	Total de plantas (%)			Altura ≤ 5 cm (%)			Altura > 5 cm (%)		
		Hojarasca y/o musgo	Tronco	Suelo mineral	Hojarasca y/o musgo	Tronco	Suelo mineral	Hojarasca y/o musgo	Tronco	Suelo mineral
Total de especies	5-SB	82,3	17,7	0,0	76,9	23,1	0,0	84,6	15,4	0,0
	10-SB	51,6	48,4	0,0	43,3	56,7	0,0	59,0	41,0	0,0
	15-SB	51,4	48,6	0,0	48,3	51,7	0,0	52,8	47,2	0,0
	5-CB	45,4	54,6	0,0	40,6	59,4	0,0	51,9	48,1	0,0
	10-CB	58,7	41,3	0,0	41,0	59,0	0,0	73,2	26,8	0,0
	15-CB	73,5	26,3	0,2	77,2	22,8	0,0	70,8	28,8	0,3
Tepú	5-SB	51,2	48,8	0,0	0,0	100,0	0,0	72,4	27,6	0,0
	10-SB	16,7	83,3	0,0	16,7	83,3	0,0	16,7	83,3	0,0
	15-SB	54,8	45,2	0,0	100,0	0,0	0,0	33,3	66,7	0,0
	5-CB	12,8	87,2	0,0	15,4	84,6	0,0	8,1	91,9	0,0
	10-CB	8,7	91,3	0,0	5,0	95,0	0,0	14,9	85,1	0,0
	15-CB	58,5	41,0	0,4	81,5	18,5	0,0	38,9	60,3	0,8
Tiaca	5-SB	40,0	60,0	0,0	0,0	0,0	0,0	40,0	60,0	0,0
	10-SB	8,3	91,7	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	91,7	0,0
	15-SB	8,8	91,2	0,0	0,0	0,0	0,0	8,8	91,2	0,0
	5-CB	50,0	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0	50,0	50,0	0,0
	10-CB	42,3	57,7	0,0	0,0	100,0	0,0	78,6	21,4	0,0
	15-CB	20,7	79,3	0,0	0,0	100,0	0,0	46,2	53,8	0,0
Luma	5-SB	79,2	20,8	0,0	100,0	0,0	0,0	75,0	25,0	0,0
	10-SB	87,2	12,8	0,0	100,0	0,0	0,0	85,7	14,3	0,0
	15-SB	64,7	35,3	0,0	23,1	76,9	0,0	91,4	8,6	0,0
	5-CB	98,0	2,0	0,0	100,0	0,0	0,0	97,7	2,3	0,0
	10-CB	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0
	15-CB	96,9	3,1	0,0	100,0	0,0	0,0	95,8	4,2	0,0
Canelo	5-SB	98,9	1,1	0,0	100,0	0,0	0,0	98,2	1,8	0,0
	10-SB	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0
	15-SB	78,6	21,4	0,0	83,3	16,7	0,0	75,0	25,0	0,0
	5-CB	78,8	21,2	0,0	72,2	27,8	0,0	90,2	9,8	0,0
	10-CB	92,1	7,9	0,0	93,3	6,7	0,0	90,7	9,3	0,0
	15-CB	96,9	3,1	0,0	94,7	5,3	0,0	98,8	1,2	0,0
<i>M. parviflora</i>	5-SB	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0
	10-SB	3,1	96,9	0,0	0,0	100,0	0,0	25,0	75,0	0,0
	15-SB	17,6	82,4	0,0	20,0	80,0	0,0	16,1	83,9	0,0
	5-CB	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0
	10-CB	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0
	15-CB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Factor tamaño del claro: 5, 10 y 15 m de diámetro. Factor biomasa residual: sin (SB) y con (CB) biomasa residual.

Cuadro 9. Distribución de la regeneración (%) en los tratamientos según el rango de altura de las plantas y el tipo de sustrato donde se establecieron en Inío.

Especies	Tratamiento	Total de plantas (%)			Altura ≤ 5 cm (%)			Altura > 5 cm (%)		
		Hojarasca y/o musgo	Tronco	Suelo mineral	Hojarasca y/o musgo	Tronco	Suelo mineral	Hojarasca y/o musgo	Tronco	Suelo mineral
Total de especies	5-SB	56,9	43,1	0,0	56,5	43,5	0,0	64,0	36,0	0,0
	10-SB	78,4	21,6	0,0	78,1	21,9	0,0	89,1	10,9	0,0
	15-SB	94,8	5,2	0,0	94,9	5,1	0,0	91,8	8,2	0,0
	5-CB	55,5	44,4	0,1	57,9	42,1	0,0	27,4	70,8	1,8
	10-CB	31,5	67,7	0,8	32,7	67,1	0,3	21,9	73,2	4,9
	15-CB	35,4	64,6	0,1	37,0	63,0	0,0	20,8	78,7	0,5
Tepú	5-SB	54,2	45,8	0,0	54,0	46,0	0,0	82,4	17,6	0,0
	10-SB	77,1	22,9	0,0	77,1	22,9	0,0	100,0	0,0	0,0
	15-SB	95,3	4,7	0,0	95,3	4,7	0,0	98,3	1,7	0,0
	5-CB	57,3	42,7	0,0	57,9	42,1	0,0	11,9	88,1	0,0
	10-CB	30,9	69,1	0,0	31,4	68,6	0,0	10,2	89,8	0,0
	15-CB	37,5	62,5	0,0	38,0	62,0	0,0	9,6	90,4	0,0
Tiaca	5-SB	77,1	22,9	0,0	87,5	12,5	0,0	34,5	65,5	0,0
	10-SB	96,1	3,9	0,0	95,8	4,2	0,0	100,0	0,0	0,0
	15-SB	89,6	10,4	0,0	89,7	10,3	0,0	89,1	10,9	0,0
	5-CB	54,7	45,3	0,0	63,6	36,4	0,0	25,0	75,0	0,0
	10-CB	44,0	55,1	0,9	51,5	48,5	0,0	16,7	79,2	4,2
	15-CB	23,3	76,7	0,0	27,1	72,9	0,0	12,8	87,2	0,0
Luma	5-SB	83,1	16,9	0,0	100,0	0,0	0,0	79,5	20,5	0,0
	10-SB	91,8	8,2	0,0	100,0	0,0	0,0	87,4	12,6	0,0
	15-SB	96,1	3,9	0,0	100,0	0,0	0,0	93,8	6,3	0,0
	5-CB	27,8	68,9	3,3	66,7	33,3	0,0	24,5	71,9	3,6
	10-CB	23,3	65,5	11,2	9,1	63,6	27,3	26,3	65,9	7,8
	15-CB	33,2	66,5	0,0	71,4	28,6	0,0	30,0	69,7	0,3
Canelo	5-SB	62,5	37,5	0,0	57,1	42,9	0,0	70,0	30,0	0,0
	10-SB	98,7	1,3	0,0	100,0	0,0	0,0	95,7	4,3	0,0
	15-SB	93,3	6,7	0,0	100,0	0,0	0,0	90,9	9,1	0,0
	5-CB	33,3	66,7	0,0	25,0	75,0	0,0	40,0	60,0	0,0
	10-CB	30,3	54,5	15,2	100,0	0,0	0,0	20,7	62,1	17,2
	15-CB	34,7	65,3	1,1	58,3	41,7	0,0	10,6	89,4	0,0

Factor tamaño del claro: 5, 10 y 15 m de diámetro. Factor biomasa residual: sin (SB) y con (CB) biomasa residual.

Cuadro 10. Distribución de la regeneración (%) en los tratamientos según el rango de altura de las plantas y la altura del sustrato en Butalcura.

Especies	Tratamiento	Total de plantas (%)			Altura ≤ 5 cm (%)			Altura > 5 cm (%)		
		<50	50 a 100	>100	<50	50 a 100	>100	<50	50 a 100	>100
Total de especies	5-SB	98,9	1,1	0,0	100,0	0,0	0,0	98,4	1,6	0,0
	10-SB	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0
	15-SB	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0
	5-CB	93,5	5,4	1,1	100,0	0,0	0,0	84,7	12,7	2,6
	10-CB	73,7	22,8	3,5	74,4	25,6	0,0	73,2	20,5	6,3
	15-CB	88,3	11,7	0,0	89,5	10,5	0,0	87,5	12,5	0,0
Tepú	5-SB	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0
	10-SB	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0
	15-SB	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0
	5-CB	88,0	9,9	2,1	100,0	0,0	0,0	66,3	27,9	5,8
	10-CB	52,0	46,5	1,6	55,0	45,0	0,0	46,8	48,9	4,3
	15-CB	83,3	16,7	0,0	81,5	18,5	0,0	84,9	15,1	0,0
Tiaca	5-SB	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0
	10-SB	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0
	15-SB	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0
	5-CB	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0
	10-CB	73,1	0,0	26,9	100,0	0,0	0,0	50,0	0,0	50,0
	15-CB	96,6	3,4	0,0	100,0	0,0	0,0	92,3	7,7	0,0
Luma	5-SB	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0
	10-SB	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0
	15-SB	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0
	5-CB	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0
	10-CB	93,0	7,0	0,0	100,0	0,0	0,0	92,3	7,7	0,0
	15-CB	96,9	3,1	0,0	100,0	0,0	0,0	95,8	4,2	0,0
Canelo	5-SB	97,7	2,3	0,0	100,0	0,0	0,0	96,4	3,6	0,0
	10-SB	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0
	15-SB	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0
	5-CB	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0
	10-CB	85,1	12,3	2,6	93,3	6,7	0,0	75,9	18,5	5,6
	15-CB	92,5	7,5	0,0	94,7	5,3	0,0	90,4	9,6	0,0
<i>M. parviflora</i>	5-SB	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0
	10-SB	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0
	15-SB	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0
	5-CB	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0
	10-CB	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0
	15-CB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Factor tamaño del claro: 5, 10 y 15 m de diámetro. Factor biomasa residual: sin (SB) y con (CB) biomasa residual.

Cuadro 11. Cuadro 5. Distribución de la regeneración (%) en los tratamientos según el rango de altura de las plantas y la altura del sustrato en Inío.

Especies	Tratamiento	Total de plantas (%)			Altura ≤ 5 cm (%)			Altura > 5 cm (%)		
		<50	50 a 100	>100	<50	50 a 100	>100	<50	50 a 100	>100
Total de especies	5-SB	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	99,5	0,5	0,0
	10-SB	98,9	1,1	0,0	99,0	1,0	0,0	94,7	5,3	0,0
	15-SB	99,1	0,9	0,0	99,1	0,9	0,0	99,1	0,9	0,0
	5-CB	76,6	16,5	7,0	76,7	16,2	7,1	75,1	19,6	5,3
	10-CB	63,1	32,4	4,5	65,7	31,7	2,6	41,5	38,2	20,4
	15-CB	57,1	33,4	9,5	57,1	33,5	9,4	56,9	32,7	10,4
Tepú	5-SB	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0
	10-SB	98,9	1,1	0,0	98,9	1,1	0,0	100,0	0,0	0,0
	15-SB	99,1	0,9	0,0	99,1	0,9	0,0	100,0	0,0	0,0
	5-CB	76,2	16,4	7,4	75,8	16,7	7,5	100,0	0,0	0,0
	10-CB	63,8	33,6	2,6	64,9	32,6	2,5	19,4	75,5	5,1
	15-CB	56,0	34,0	10,0	56,0	34,1	9,9	55,8	26,9	17,3
Tiaca	5-SB	99,6	0,4	0,0	100,0	0,0	0,0	98,2	1,8	0,0
	10-SB	97,5	2,5	0,0	100,0	0,0	0,0	63,9	36,1	0,0
	15-SB	99,5	0,5	0,0	99,4	0,6	0,0	100,0	0,0	0,0
	5-CB	91,3	8,7	0,0	100,0	0,0	0,0	62,5	37,5	0,0
	10-CB	67,9	31,5	0,6	72,7	27,3	0,0	50,0	47,2	2,8
	15-CB	55,7	33,9	10,4	59,4	33,1	7,5	45,2	36,2	18,6
Luma	5-SB	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0
	10-SB	99,3	0,7	0,0	100,0	0,0	0,0	98,9	1,1	0,0
	15-SB	98,9	1,1	0,0	100,0	0,0	0,0	98,2	1,8	0,0
	5-CB	74,8	15,2	9,9	100,0	0,0	0,0	72,7	16,5	10,8
	10-CB	47,0	17,3	35,7	72,7	0,0	27,3	41,5	21,0	37,6
	15-CB	67,0	27,3	5,6	100,0	0,0	0,0	64,2	29,7	6,1
Canelo	5-SB	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0
	10-SB	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0
	15-SB	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0
	5-CB	63,9	36,1	0,0	50,0	50,0	0,0	75,0	25,0	0,0
	10-CB	69,7	27,3	3,0	100,0	0,0	0,0	65,5	31,0	3,4
	15-CB	60,0	31,6	8,4	66,7	25,0	8,3	53,2	38,3	8,5

Factor tamaño del claro: 5, 10 y 15 m de diámetro. Factor biomasa residual: sin (SB) y con (CB) biomasa residual.

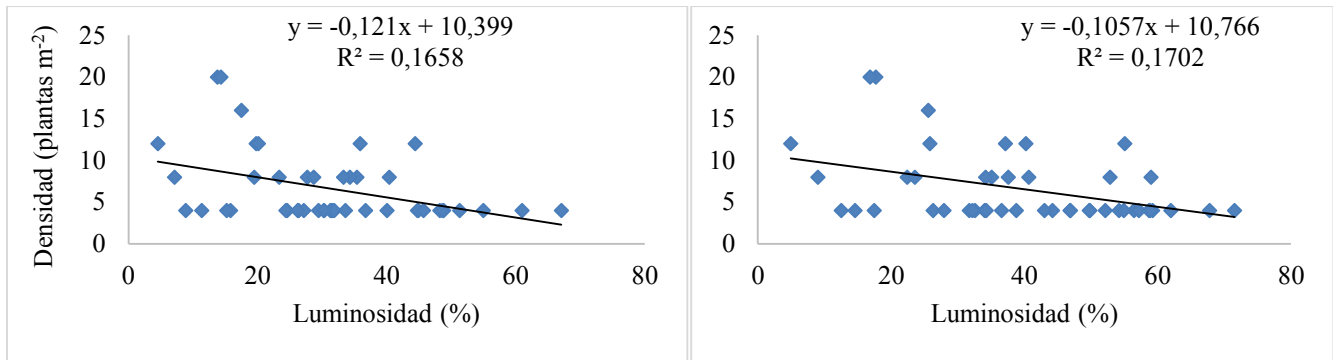


Figura 1. Modelo de regresión lineal simple para la regeneración de altura ≤ 5 cm de la especie canelo y la luminosidad a 0,3 m (izquierda, valor $P < 0,05$, $n = 46$) y 1,3 m (derecha, valor $P < 0,05$, $n = 46$) de altura sobre el sustrato. Butalcura.

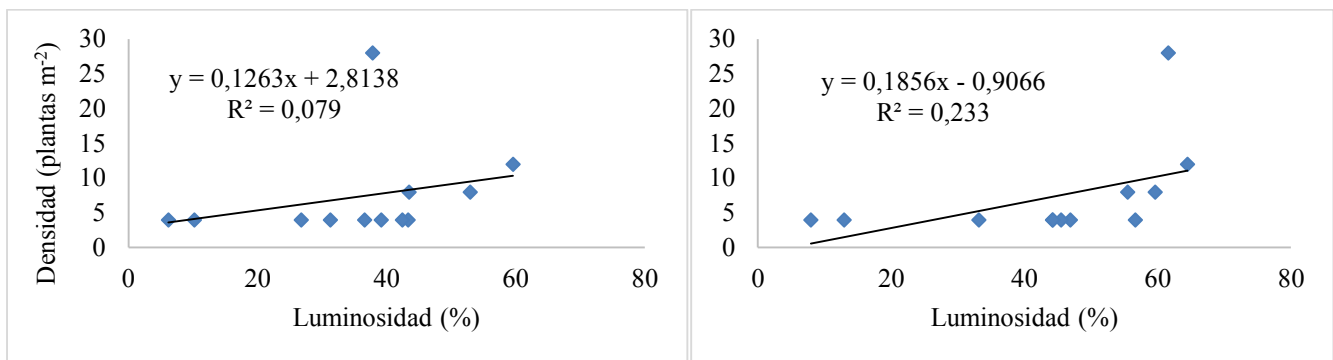


Figura 2. Modelo de regresión lineal simple para la regeneración de altura ≤ 5 cm de la especie luma y la luminosidad a 0,3 m (izquierda, valor $P < 0,05$, $n = 46$) y 1,3 m (derecha, valor $P < 0,05$, $n = 46$) de altura sobre el sustrato. Butalcura.

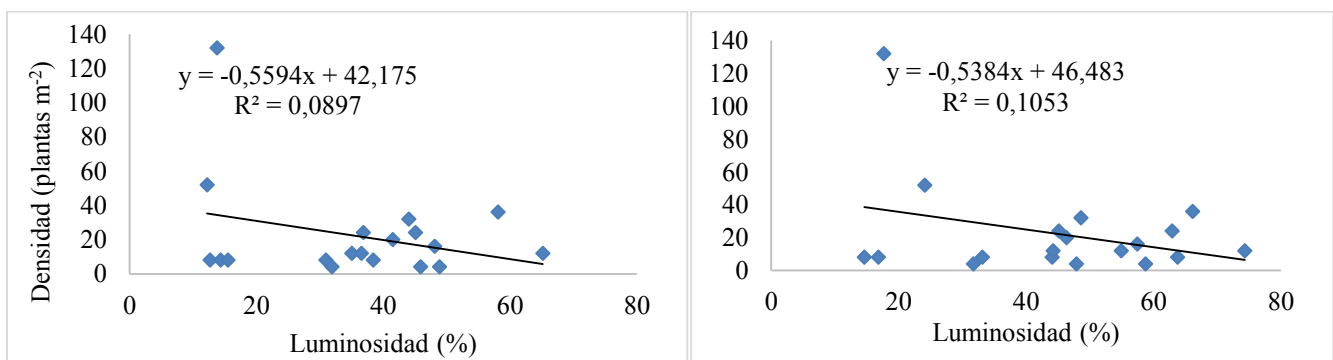


Figura 3. Modelo de regresión lineal simple para la regeneración de altura ≤ 5 cm de la especie tepú y la luminosidad a 0,3 m (izquierda, valor $P < 0,05$, $n = 19$) y 1,3 m (derecha, valor $P < 0,05$, $n = 19$) de altura sobre el sustrato. Butalcura.

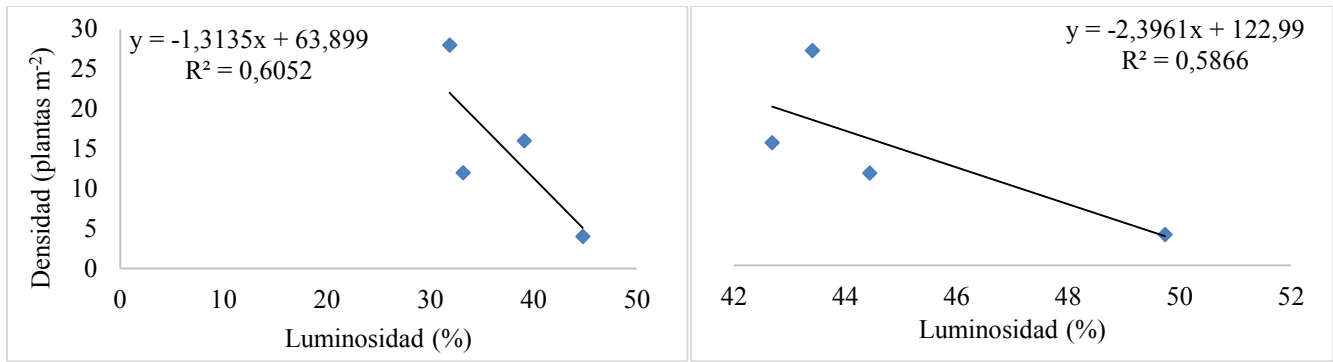


Figura 5. Modelo de regresión lineal simple para la regeneración de altura ≤ 5 cm de la especie *M. parviflora* y la luminosidad a 0,3 m (izquierda, valor $P < 0,05$, $n = 4$) y 1,3 m (derecha, valor $P < 0,05$, $n = 4$) de altura sobre el sustrato. Butalcura.

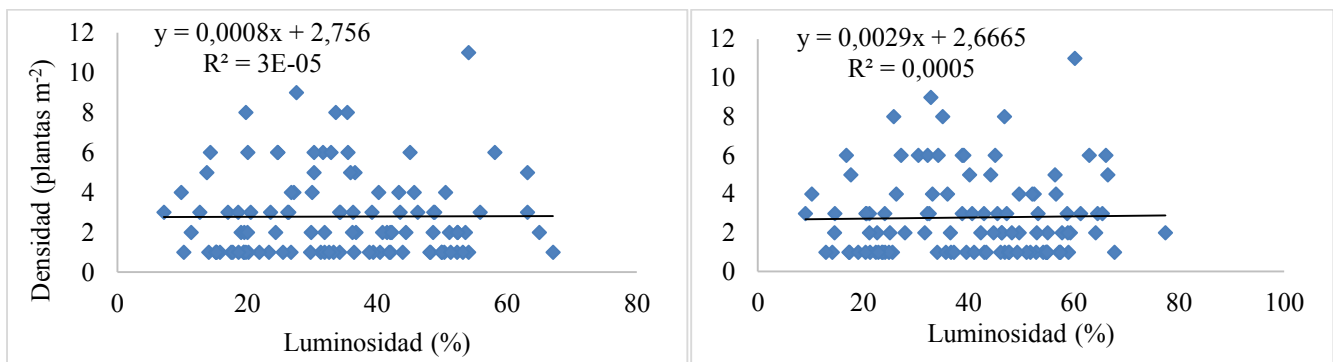


Figura 6. Modelo de regresión lineal simple para la regeneración de altura > 5 cm de la especie canelo y la luminosidad a 0,3 m (izquierda, valor $P > 0,05$, $n = 106$) y 1,3 m (derecha, valor $P > 0,05$, $n = 106$) de altura sobre el sustrato. Butalcura.

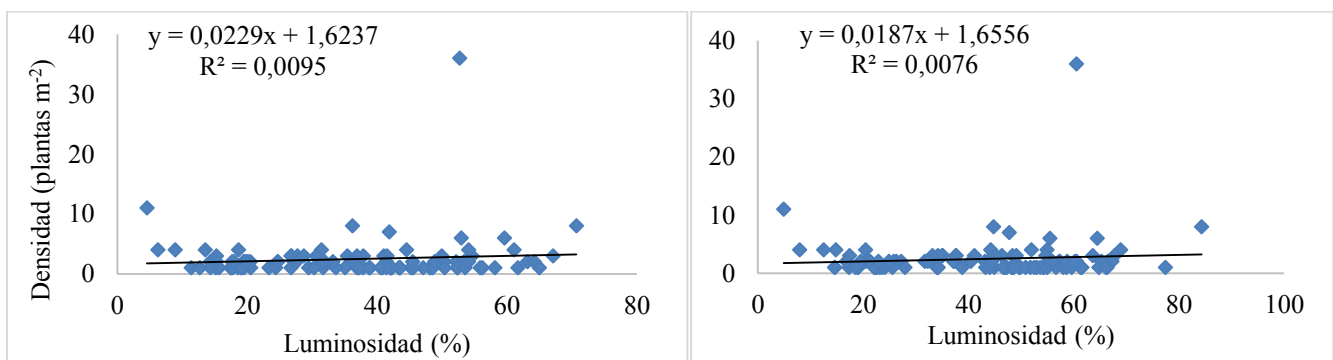


Figura 7. Modelo de regresión lineal simple para la regeneración de altura > 5 cm de la especie luma y la luminosidad a 0,3 m (izquierda, valor $P < 0,05$, $n = 109$) y 1,3 m (derecha, valor $P < 0,05$, $n = 109$) de altura sobre el sustrato. Butalcura.

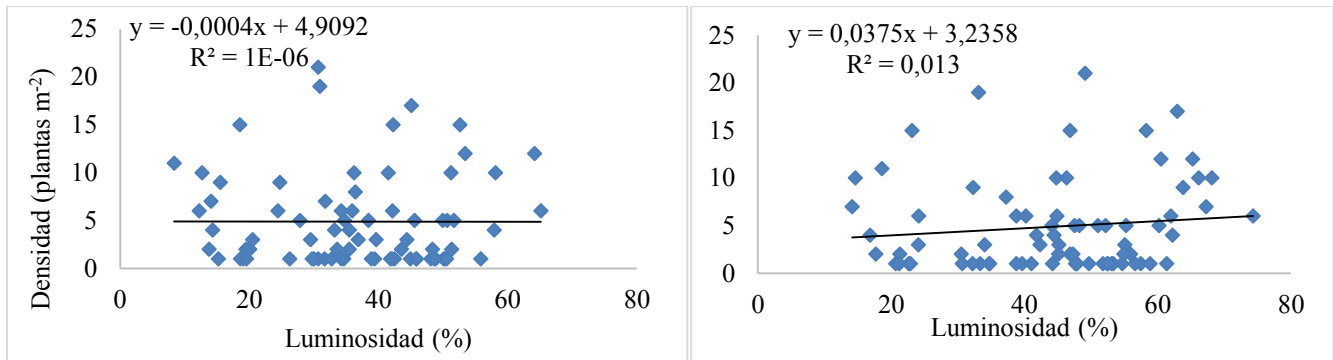


Figura 8. Modelo de regresión lineal simple para la regeneración de altura > 5 cm de la especie tepú y la luminosidad a 0,3 m (izquierda, valor $P > 0,05$, $n = 76$) y 1,3 m (derecha, valor $P < 0,05$, $n = 76$) de altura sobre el sustrato. Butalcura.

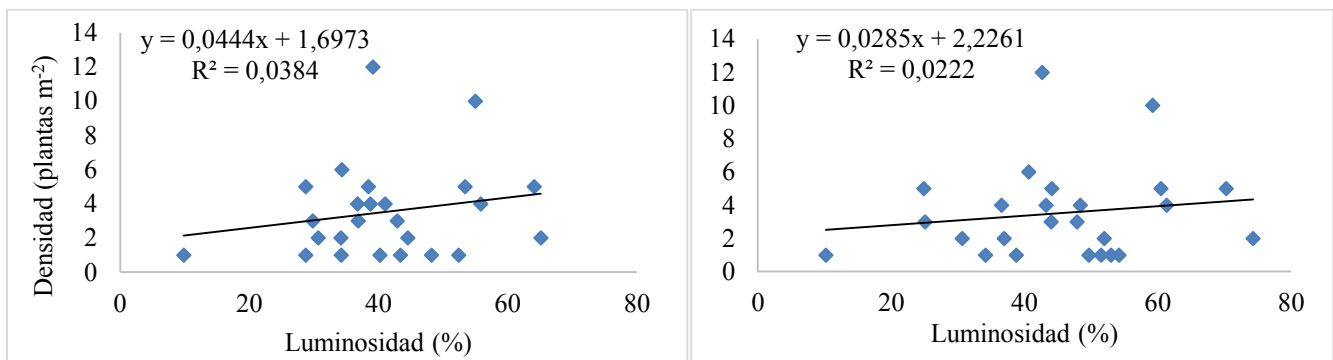


Figura 9. Modelo de regresión lineal simple para la regeneración de altura > 5 cm de la especie tiaca y la luminosidad a 0,3 m (izquierda, valor $P < 0,05$, $n = 25$) y 1,3 m (derecha, valor $P < 0,05$, $n = 25$) de altura sobre el sustrato. Butalcura.

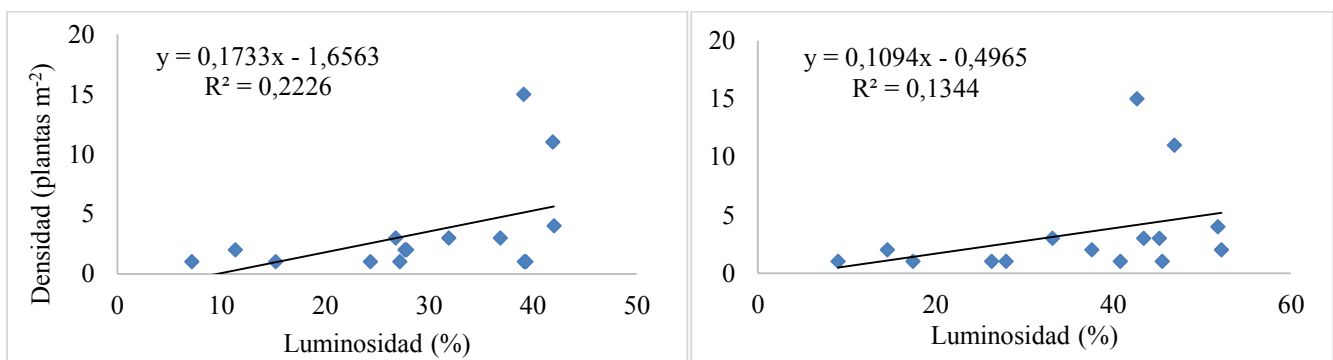


Figura 10. Modelo de regresión lineal simple para la regeneración de altura > 5 cm de la especie *M. parviflora* y la luminosidad a 0,3 m (izquierda, valor $P < 0,05$, $n = 15$) y 1,3 m (derecha, valor $P < 0,05$, $n = 15$) de altura sobre el sustrato. Butalcura.

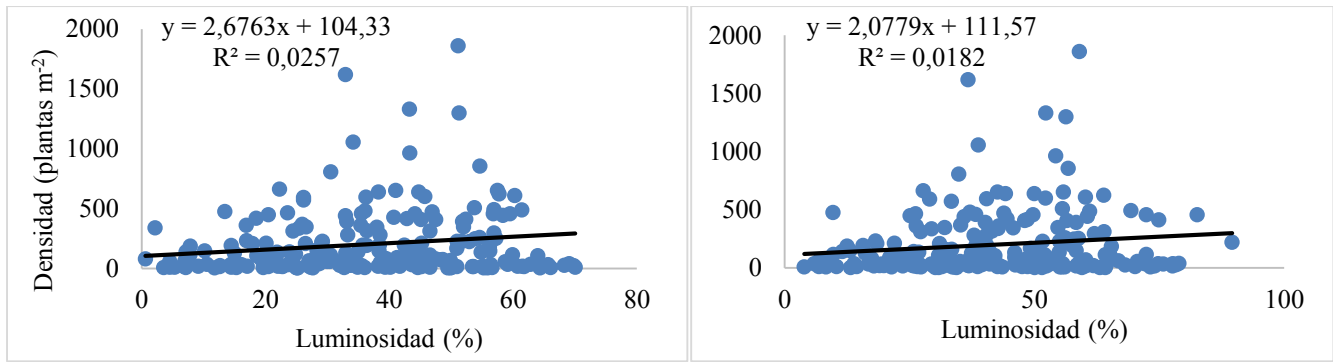


Figura 11. Modelo de regresión lineal simple para la regeneración de altura ≤ 5 cm de la especie tepú y la luminosidad a 0,3 m (izquierda, valor $P < 0,05$, $n = 213$) y 1,3 m (derecha, valor $P < 0,05$, $n = 213$) de altura sobre el sustrato. Inío.

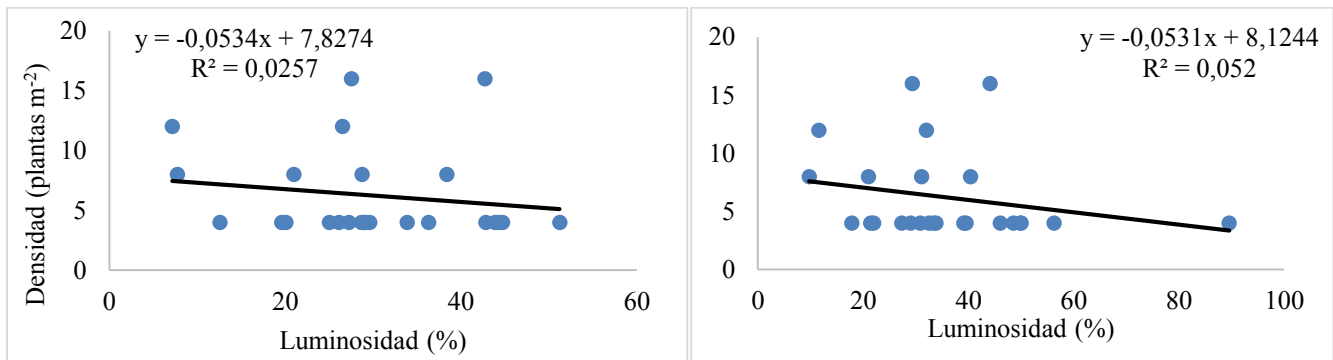


Figura 12. Modelo de regresión lineal simple para la regeneración de altura ≤ 5 cm de la especie canelo y la luminosidad a 0,3 m (izquierda, valor $P < 0,05$, $n = 25$) y 1,3 m (derecha, valor $P < 0,05$, $n = 25$) de altura sobre el sustrato. Inío.

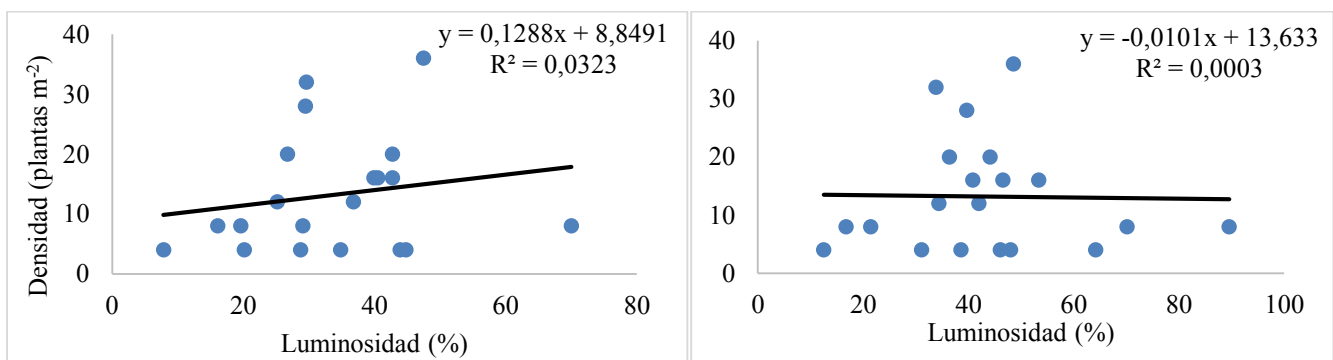


Figura 13. Modelo de regresión lineal simple para la regeneración de altura ≤ 5 cm de la especie luma y la luminosidad a 0,3 m (izquierda, valor $P < 0,05$, $n = 20$) y 1,3 m (derecha, valor $P > 0,05$, $n = 20$) de altura sobre el sustrato. Inío.

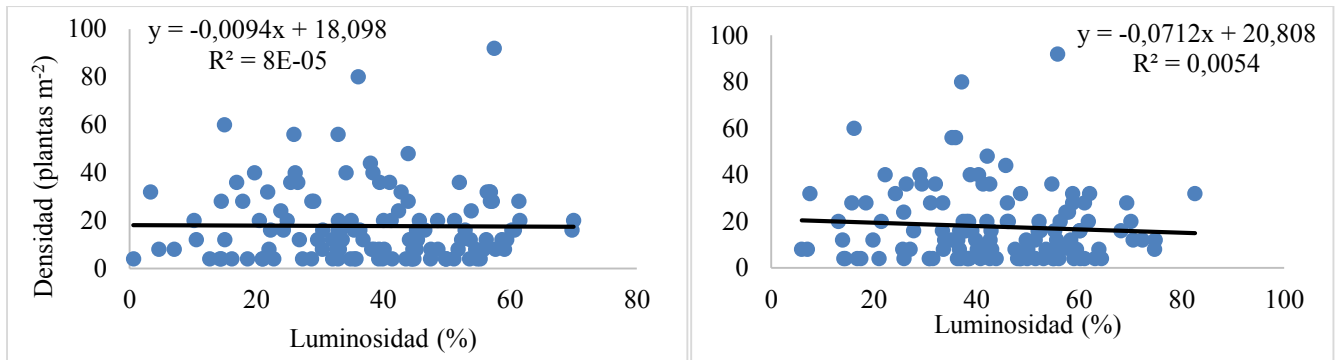


Figura 14. Modelo de regresión lineal simple para la regeneración de altura ≤ 5 cm de la especie tiaca y la luminosidad a 0,3 m (izquierda, valor $P > 0,05$, $n = 124$) y 1,3 m (derecha, valor $P < 0,05$, $n = 124$) de altura sobre el sustrato. Inío.

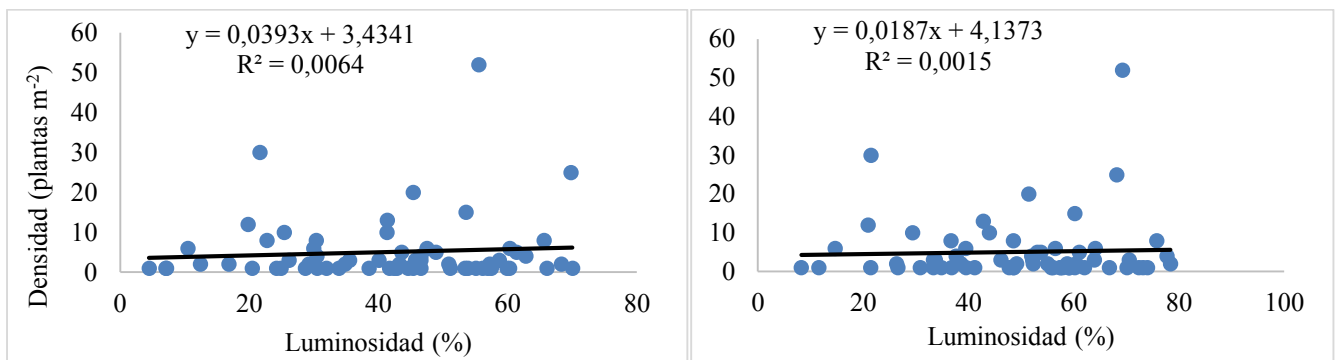


Figura 15. Modelo de regresión lineal simple para la regeneración de altura > 5 cm de la especie tepú y la luminosidad a 0,3 m (izquierda, valor $P > 0,05$, $n = 64$) y 1,3 m (derecha, valor $P > 0,05$, $n = 64$) de altura sobre el sustrato. Inío.

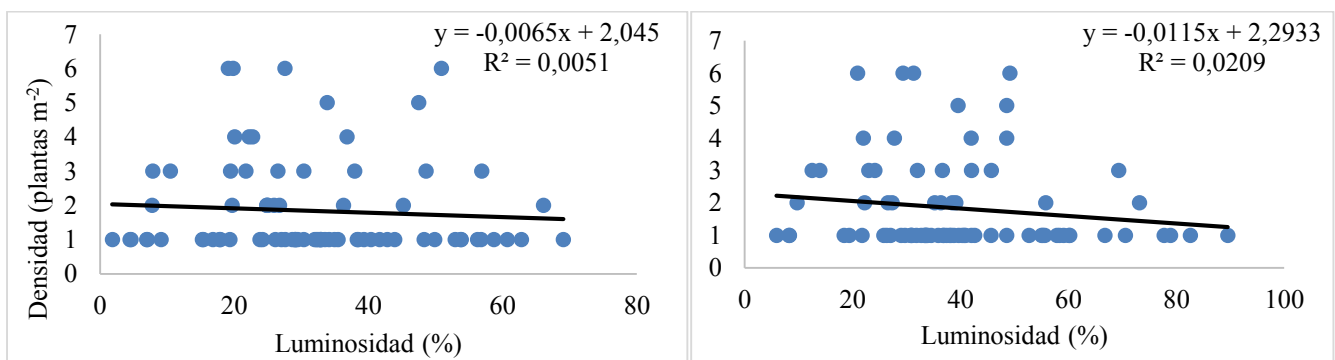


Figura 16. Modelo de regresión lineal simple para la regeneración de altura > 5 cm de la especie canelo y la luminosidad a 0,3 m (izquierda, valor $P > 0,05$, $n = 81$) y 1,3 m (derecha, valor $P < 0,05$, $n = 81$) de altura sobre el sustrato. Inío.

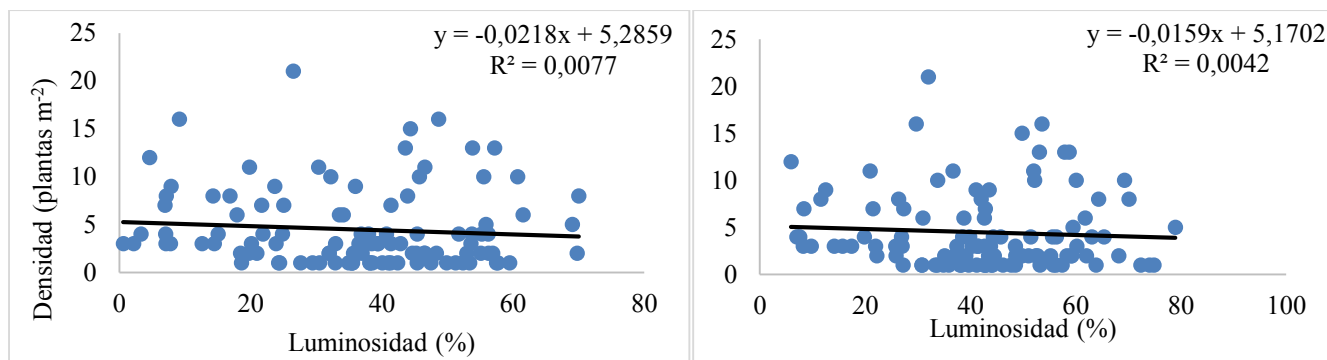


Figura 17. Modelo de regresión lineal simple para la regeneración de altura > 5 cm de la especie tiaca y la luminosidad a 0,3 m (izquierda, valor $P < 0,05$, $n = 108$) y 1,3 m (derecha, valor $P > 0,05$, $n = 108$) de altura sobre el sustrato. Inío.

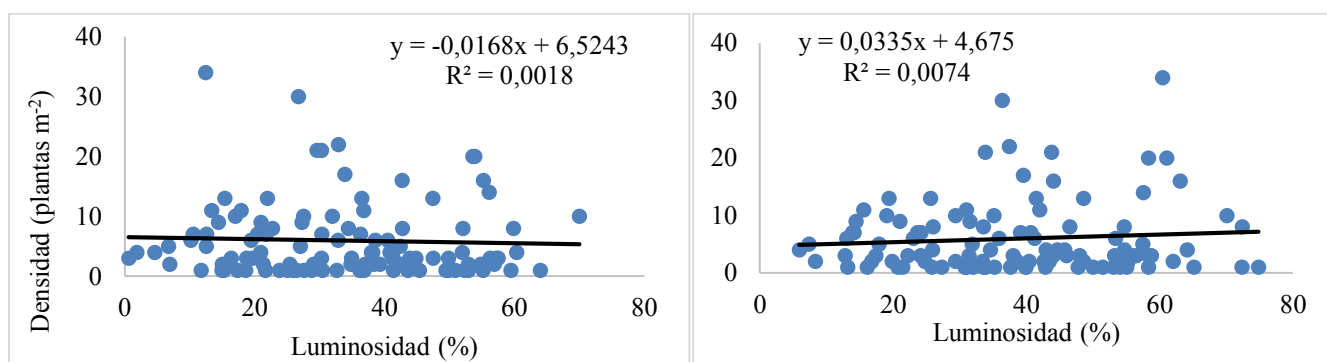


Figura 18. Modelo de regresión lineal simple para la regeneración de altura > 5 cm de la especie luma y la luminosidad a 0,3 m (izquierda, valor $P < 0,05$, $n = 168$) y 1,3 m (derecha, valor $P > 0,05$, $n = 168$) de altura sobre el sustrato. Inío.