



COMPONENTE 3

**FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES PARA EL MANEJO
DE LOS BOSQUES Y DESARROLLO DE LA INDUSTRIA FORESTAL
EN LAS ZONAS FRÍAS PATAGÓNICAS**

**EVALUACIÓN DE ENSAYOS EXISTENTES de
LENGA (Nothofagus pumilio) y PINO
PONDEROSA (Pinus ponderosa), EN LA REGIÓN
DE AYSÉN**



INFOR – 2011

COMPONENTE 3

**FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES PARA EL MANEJO
DE LOS BOSQUES Y DESARROLLO DE LA INDUSTRIA FORESTAL
EN LAS ZONAS FRÍAS PATAGÓNICAS**

EVALUACIÓN DE ENSAYOS EXISTENTES DE LENGA (*Nothofagus pumilio*) y PINO PONDEROSA (*Pinus ponderosa*), EN LA REGIÓN DE AYSÉN

Autor(es)¹

Iván Moya

Víctor Barrera

Bernardo Acuña

¹ Instituto Forestal, Sede Patagonia, imoya@infor.cl; Instituto Forestal, Sede Patagonia, vbarrera@infor.cl; Instituto Forestal, Sede Patagonia, bacuna@infor.cl

INTRODUCCIÓN

En marco del convenio CORFO-INFOR 2011, donde uno de los componentes es el “Fortalecimiento de las capacidades para el manejo de los bosques y desarrollo de la industria forestal en las zonas frías patagónicas”, se propuso durante el año 2011 la medición de ensayos en la Región de Aysén. La selección de los ensayos se realizó de acuerdo a la base de datos que registra INFOR en la sede, considerando aspectos tales como la especie, importancia en la Región, evaluaciones anteriores, estado del ensayo, entre otras. La evaluación consideró dos ensayos en la Región. El primero de ellos, corresponde a un ensayo de Procedencia y Progenie de Lenga, que se encuentra ubicado en la Reserva Nacional Coyhaique, y tiene por objetivo la evaluación de variables de crecimiento y además la obtención de resultados por procedencia y progenie. El segundo ensayo evaluado corresponde a la medición de una red de 15 parcelas permanentes de Pino ponderosa, distribuidas en la Región de Aysén. La evaluación de este ensayo en particular, es una oportunidad para realizar un seguimiento continuo del crecimiento de *Pinus ponderosa*, considerando que es una especie que se encuentra creciendo en la Región y que será la base del desarrollo de la industria forestal.

El informe presenta los antecedentes generales, metodología, resultados, conclusiones, de cada una de las evaluaciones, de acuerdo al siguiente orden:

OBJETIVOS

Objetivo general

- Evaluación de ensayos de de Lenga (*Nothofagus pumilio*) y Pino ponderosa (*Pinus ponderosa*, en la Región de Aysén).

Objetivos específicos (Lenga)

- Evaluación y procesamiento de variables de crecimiento: Diámetro altura del cuello (dac) y, altura, en las diferentes procedencias.
- Evaluación y procesamiento de Información de variables asociadas: Daño, cobertura de copas y vigorosidad de copas.
- Evaluación genética, calculando un índice de altura.

Objetivos específicos (Pino ponderosa)

- Parámetros descriptivos de variables de crecimiento y Evaluación de mortalidad en las parcelas.
- Estimación de Área basal y Diámetro Medio Cuadrático (DMC), por parcela.
- Evaluación de incrementos en las parcelas permanentes, en diferentes años de medición.

Capítulo I: Evaluación de Ensayo de Procedencia y Progenie de Lengua

METODOLOGÍA Y MATERIALES

Antecedentes generales

Ubicación y descripción del ensayo

El ensayo de procedencia – progenie de lenga se localiza en la Reserva Nacional Coyhaique, administrada por la Corporación Nacional Forestal (CONAF), en un sector de plantación mixta de coníferas, a 10 kilómetros (km) al norte de la ciudad de Coyhaique. Se estableció en junio del año 2000 y las plantas fueron colocadas en fajas que se despejaron para establecer el diseño. Dentro de las características del terreno se puede mencionar que su la exposición es oeste con una pendiente promedio de 5%,

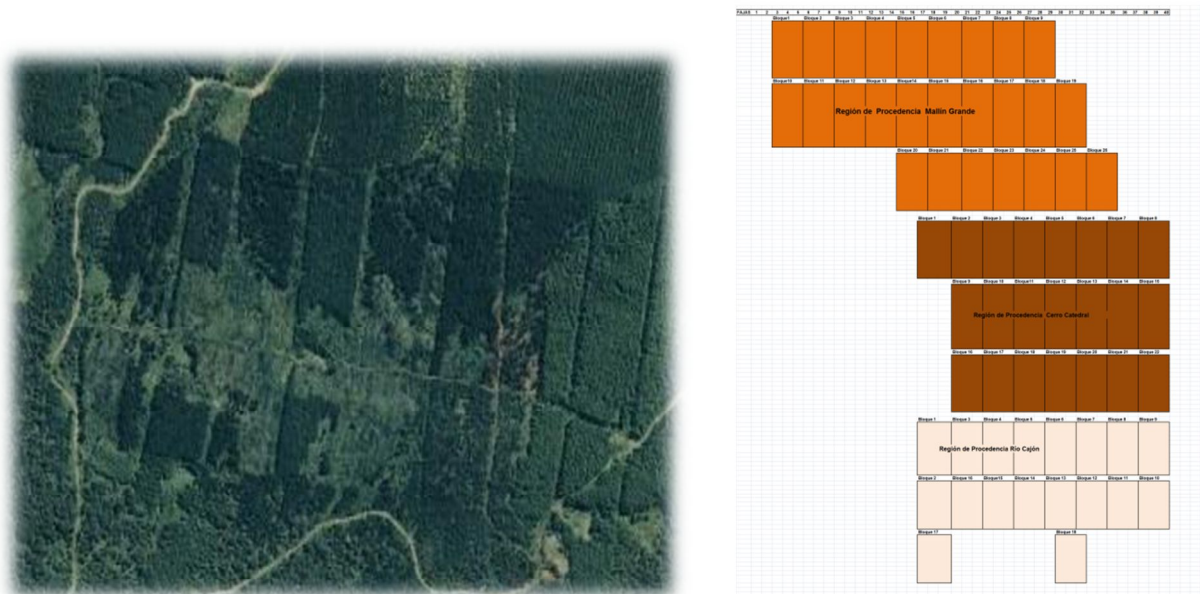


Figura 1. Ubicación espacial de los ensayos de procedencia, en la Reserva Coyhaique.

Descripción de las localidades

Los sectores prospectados en las tres localidades poseen un denominador en común ya que corresponden a bosques vírgenes o inalterados, con un difícil acceso y fuertes vientos.

Mallín Grande: Se encuentra ubicado a 250 Km. al sur de la ciudad de Coyhaique, su clima según Koeppen es Estepario Frío, es cual se encuentra influenciado por el Lago General Carrera y Cochrane efecto que provoca una condición climática semejante a la zona central del país. La precipitaciones en la zona varían entre 300 y 400 mm/año debido a su avanzada posición oriental y concentrada en los meses invernales, la temperatura no supera los 18 °C la topografía del sector es montañosa con pendientes escarpadas.

Cerro Catedral: Ubicado a 150 kilómetros al noreste de la ciudad de Coyhaique presenta de acuerdo a la clasificación KOEPPEN (1948), clima trasandino con degeneración esteparia, por efecto de posición estas tiene a disminuir paulatinamente hacia el Este. Su distribución no es uniforme ya que se acentúa la estacionalidad invernal. Las precipitaciones varían entre 900 y 1300 mm al año. La topografía del lugar es montañosa, caracterizada por pendientes escarpadas, en cuanto a la temperatura de esta zona presenta fuerte oposición entre los meses extremos del año, con un promedio anual de 8.7 °C (Alzugaray, 1998).

Capítulo I: Evaluación de Ensayo de Procedencia y Progenie de Lenga

Río Cajón: Ubicado a 150 km al suroeste de la ciudad de Coyhaique, influenciado por clima marítimo templado frío lluvioso en la costa occidental (Koeppen W, 1948), la precipitación promedio es de 2800 mm al año uniformemente distribuida a lo largo de este, la temperatura media anual es de 9 °C, la topografía es montañosa y de quebradas escarpadas (Alzugaray, 1998).

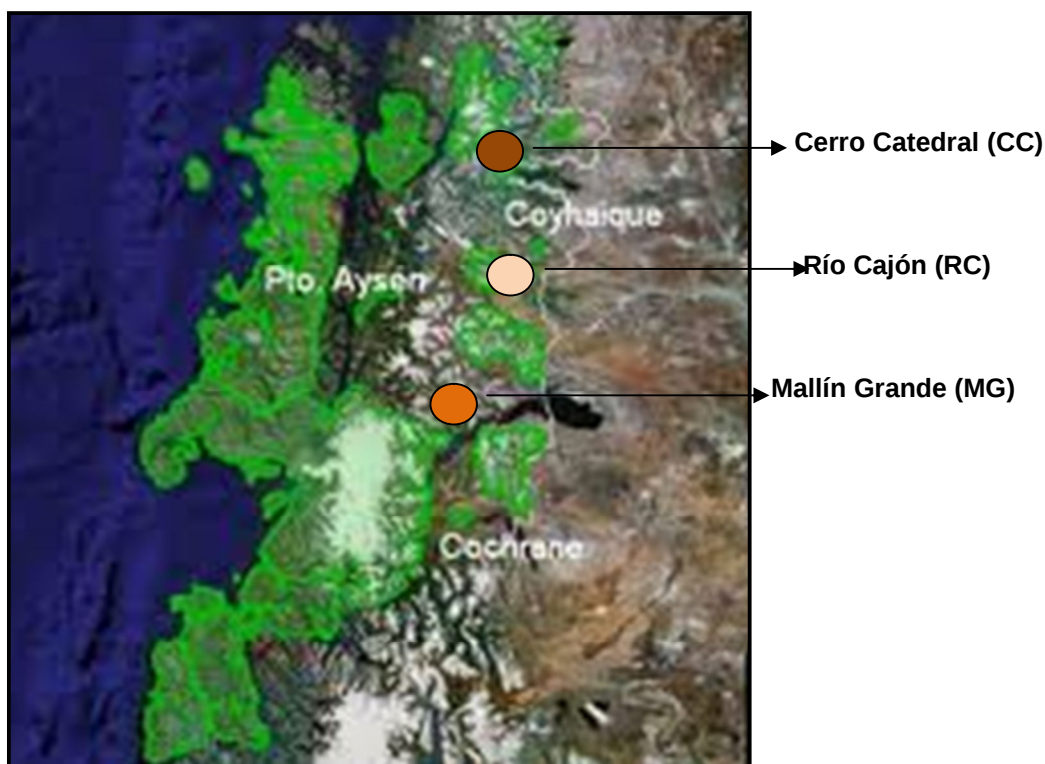


Figura 2. Ubicación espacial de las ensayo procedencias, en la Región de Aysén.

Diseño experimental

El diseño corresponde a bloques incompletos balanceados, con una distribución en terreno de single tree plot (STP), lo cual implica un árbol es una parcela o diseño de parcelas no contiguas, con este diseño un árbol de cada una de las familias es asignado aleatoriamente a una unidad experimental y las unidades son agrupadas en bloques, que son repetidas varias veces (Ipinza *et al*, 1998).

Cuadro N°1: Procedencia de familias integradas en el ensayo.

Código de Progenie	Categoría	Región de procedencia
1 al 4	plus	Cerro Catedral
5 al 8	banco	Cerro Catedral
9 al 89	fundador	Cerro Catedral
90 al 92	plus	Río Cajón

Capítulo I: Evaluación de Ensayo de Procedencia y Progenie de Lengua

93 al 95	banco	Río Cajón
96	conservación	Río Cajón
97 al 149	fundador	Río Cajón
150	plus	Río Cajón
151	banco	Río Cajón
152 al 199	fundador	Río Cajón
200 al 213	plus	Mallín Grande
214 al 224	banco	Mallín Grande
225 al 226	conservación	Mallín Grande
227 al 307	fundador	Mallín Grande

Descripción de las poblaciones

La distribución de bloque, familias y otros antecedentes del ensayo se detallan por procedencia, en el siguiente cuadro.

Cuadro N°2: Información asociada al ensayo, por procedencia

Procedencia	Bloques	Familias	Filas	Plantas
Cerro Catedral	22	39	3	13
Mallín Grande	26	39	3	13
Río Cajón	18	33	3	11

Evaluación de estado del ensayo

Se han realizado tres evaluaciones anteriores, años 2003, 2004, y 2008, donde se han evaluado variables, tales como: altura, diámetro altura del cuello (Dac), incrementos y daño ocasionado por lagomorfos (liebres).

En la presente evaluación, los ensayos fueron visitados en una primera etapa, denominada “etapa de prospección”, en esta fase se pudo recorrer los ensayos y realizar dos diagnósticos, el primero exterior, donde se revisó el estado de los cercos, monumentación, y un diagnóstico interior, más acabado, donde se revisó el estado de desarrollo de las plantas de lengua, anillamiento de los árboles borde de la faja (Pino ponderosa), cobertura de copas, entre otras características del ensayo, con la finalidad de poder inferir en las variables auxiliares, que servirán para dar respuesta a los objetivos de evaluación del ensayo.

Las variables necesarias a medir para cumplir con los objetivos del estudio, así como el procedimiento e instrumento utilizado se detallan a continuación.

Capítulo I: Evaluación de Ensayo de Procedencia y Progenie de Lenga

Variables consideradas en la evaluación

Diámetro altura del cuello (Da): La medición se realizó a 10 cm sobre el nivel del suelo. El instrumento utilizado para las mediciones corresponde a un pie de metro digital, donde la lectura se registró en milímetros. Para el caso de las plantas que tienen Shelter (protectores), estos se levantaban para la medición y posteriormente puestos en su lugar. En las plantas que tenían más de 35mm de Da, se midió el diámetro altura del pecho (Dap), con el objetivo de establecer una relación.

Altura Total: La medición de la altura total se tomó desde la base, al ápice de la planta. El instrumento utilizado es una vara telescópica graduada en centímetros. Para el caso de las plantas que se encontraban aplastadas por árboles borde (Pino ponderosa), la altura se calculó tomando en cuenta la parte más alta de la curva de la planta (figura 3C)



Figura 3. Mediciones de variables, donde A) medición de Da; B) medición de altura total; C) medición de altura, de una planta aplastada.

Categoría de daño: El ensayo ha sido constantemente atacado por lagomorfos, para lo cual se hace necesario realizar la evaluación de tipo de daño. Para esto se utilizó una categorización, tal como muestra el cuadro 3.

Cuadro N°3: Tipo de daño existente en individuos medidos.

Categoría de daño	Posición en el árbol
1	Daño severo, apical
2	Daño importante en la parte más cercana a la copa
3	Daño leve, no afecta el desarrollo de la planta.
4	No presenta daño

Vitalidad de copa: Se categorizó el estado de vigorosidad de la copa, según Roloff. Esta metodología es de fácil captura y aplicación en terreno, además que los datos son de fácil interpretación. Para la evaluación en terreno, Roloff categoriza en cuatro situaciones: exploración, degeneración, estancamiento, resignación, las cuales se interpretan en forma gráfica en la figura 4.

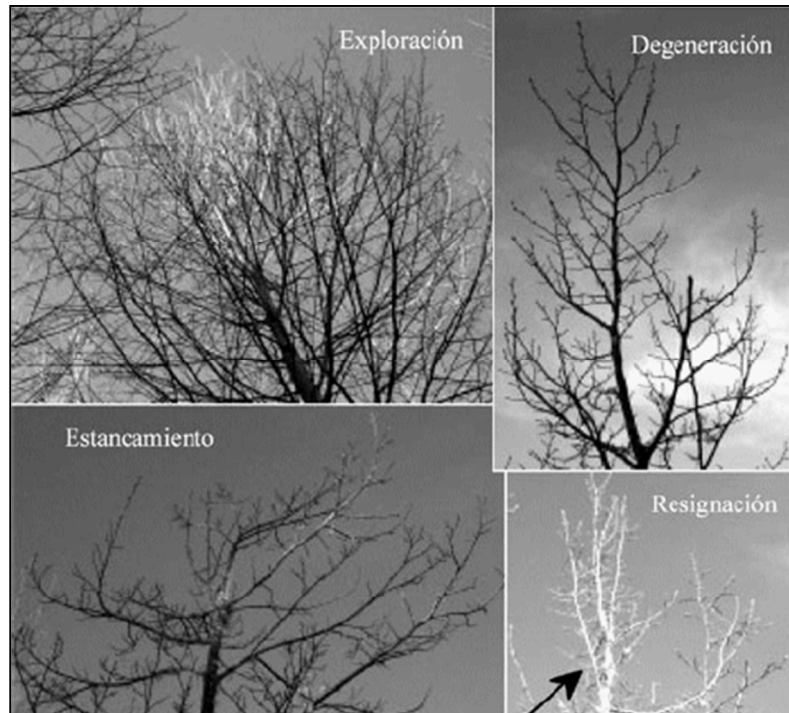


Figura 4. Ejemplos de copas en los distintos grados de vitalidad, según Roloff, 1993

Cobertura de copas: Se estimó la cobertura arbórea de copas en la zona de la faja y borde de bosque de Pino ponderosa, a través de cuatro categorías (1 = 0 a 25%; 2 = 25 a 50%; 3 = 50 a 75% y 4 = 75 a 100%).

Árboles caídos: Se registraron los árboles caídos en los diferentes bloques e hileras, donde se dejaba la observación en el formulario de terreno, indicando que el árbol se encontraba en el suelo ó “potencial candidato” a caer en el ensayo, con el objetivo de entregar un listado con el mapeo de estos individuos y que servirá en una etapa post-evaluación, donde serán extraídos para no perjudicar el crecimiento de las plantas.

Evaluación del ensayo

Evaluación de variables de crecimiento

En primer lugar se definió la estructura de la base de datos que servirá para el procesamiento, análisis e interpretación de resultados. Posteriormente, la información recopilada en terreno se revisó con el objetivo de que no existan datos erróneos, de acuerdo a los parámetros considerados según la variable en estudio, esto generó una base de datos final validada y depurada para los procesos de análisis.

Posteriormente se obtuvieron parámetros descriptivos y efectuaron cálculos simples de estadística para las variables Dac (cm) y altura (m), tales como, medias en un bloque de una misma procedencia, comparación de medias entre bloques para una misma procedencia y para diferentes localidades.

Para tener un patrón de comparación, las variables de crecimiento medidas el 2011, se compararon con las del año 2008, con esto se obtuvieron los incrementos durante el periodo.

Capítulo I: Evaluación de Ensayo de Procedencia y Progenie de Lenga

Evaluación de variables asociadas

Dentro de la evaluación del ensayo se consideró analizar la vitalidad de la copa, según categorización mencionada en puntos anteriores. Esta categorización, tendrá directa relación con el **factor de producción**, y el **tipo de daño (lagomorfos y por árboles caídos)**, ya que para su análisis considera la cantidad y disposición de ramas laterales, forma del fuste, altura, que en conjunto entregan como resultado una categorización de vigorosidad de copa de cada individuo, de acuerdo a la pauta entregada en la figura 4. Para los análisis de índices de altura que se mencionan en el punto siguiente, se consideraron los individuos cuya categoría estuvieran en el rango de mayor vigorosidad (**Exploración y Degeneración**).

La cobertura de copas del estrato superior (Pino ponderosa), juega un rol importante en el desarrollo de las plantas, por esto se consideró incorporar y evaluar esta variable el presente año. La cobertura fue captada en forma visual en cada una de las plantas medidas, para esto se utilizó la categorización indicada en la fase de metodología, (1 = 0 a 25%; 2 = 25 a 50%; 3 = 50 a 75% y 4 = 75 a 100%). Con esta información se podrá relacionar el crecimiento de cada planta por tipo de cobertura y realizar una categorización de los mayores crecimientos en Dac y altura, por tipo de cobertura, procedencia, bloque, familia. Esto tiene por objetivo poder inferir en cuál de las cuatro categorías la especie lenga presenta un mejor desarrollo en vitalidad y crecimiento. Con esta base se podrán realizar recomendaciones para establecimientos de futuros ensayos y además indicar cuál es la cobertura apropiada para lenga en esta etapa de desarrollo y bajo las condiciones actuales de establecimiento.

Capítulo I: Evaluación de Ensayo de Procedencia y Progenie de Lenga

Evaluación de índice de altura

La selección de los árboles para este análisis, involucro solo los individuos que se encontraban en la categoría de **Exploración y Degeneración**, según Rollo.

La metodología de evaluación fue adaptada de Costerilla y Deán (1990) y consistió en lo siguiente:

Se digitaron los datos de la medición para conformar una base de datos, la que fue depurada eliminando a los árboles muertos.

Se corrigió la información registrada en la base mediante una corrección de carácter aditivo para eliminar el efecto bloque. Para estos efectos, a cada observación registrada se le sumó la diferencia entre el promedio general de altura del ensayo y el promedio del bloque al cual pertenece la observación (expresión 1).

$$(1) \quad VC = VO + (PG - PB)$$

Donde;

VC = valor corregido

VO= Valor observado

PG= Promedio general del ensayo para la variable evaluada

PB= Promedio de la variable evaluada en el bloque en que se encuentra el VO.

Una vez obtenida la base con la depuración del efecto bloque, se procedió a generar un índice de selección mediante una corrección por medias familiares. Para esto se sumó a cada observación el promedio de su familia ponderado por un coeficiente “b” (expresión 2).

$$(2) \quad VI = VC + b \text{ PF}$$

Donde;

VI = Valor índice

VC = Valor corregido de la expresión (1)

PF = Media familiar de la familia a que pertenece el valor corregido

b = Coeficiente de ponderasem

$$b = r(1-h^2)n/((1-r) (1+ (n-1)rh^2))$$

Donde:

r = coeficiente de parentesco

h^2 = heredabilidad de la variable evaluada

n = Número de medios hermanos considerados

Para efectos de la construcción del valor índice se utilizó una heredabilidad para la variable altura de 0,08 y un coeficiente de parentesco estándar para familias de medios hermanos de 0,25. Una vez estimado el valor índice para cada árbol del ensayo se procedió a “rankear” a los individuos en función de este índice.

Capítulo I: Evaluación de Ensayo de Procedencia y Progenie de Lenga

RESULTADOS

Análisis variables de crecimiento y daño

En total se evaluaron 1.444 plantas en el ensayo, lo que entrega un valor total de 58,5% de supervivencia, tomando en cuenta el número de plantas originales (2.466). El cuadro 4 resume los parámetros descriptivos de las variables Dac y altura, para las diferentes procedencias.

Cuadro 4. Parámetros descriptivos del ensayo para variables de crecimiento,

	Cerro Catedral (CC)		Mallín Grande (MG)		Río Cajón (RC)	
	Altura (cm)	Dac (mm)	Altura (cm)	Dac (mm)	Altura (cm)	Dac (mm)
n	705,0	705,0	673,0	673,0	66,0	66,0
Media	229,5	23,8	199,8	19,7	211,1	21,5
D.E	90,7	9,4	87,7	9,6	92,1	8,9
E.E	3,4	0,4	3,4	0,4	11,3	1,1
CV (%)	39,5	39,4	43,9	48,8	43,6	41,1
Mínimo	45,0	3,6	45,0	4,0	35,0	7,6
Máximo	495,0	76,5	430,0	80,0	390,0	42,1

D.E: desviación estándar; E.E: error estándar; CV: coeficiente de variación

Al analizar por procedencia, obtenemos que para CC, existe un valor de supervivencia de 82,1%, comparado con las 858 plantas originales, para MG existe una supervivencia de 66,3% (1.014 plantas originales) y por último la menor supervivencia la obtuvo RC con un valor de un 11,1%, donde existió problemas al momento del establecimiento de las plantas en el ensayo (antes y después de invierno), las establecidas después de invierno venían desde vivero con problemas desde vivero (congeladas, aunque venían con brote).

Existen daños asociados a ataque de lagomorfos, principalmente en el brote apical y ramas laterales, el otro daño existente, es el ocasionado por la caída de árboles de Pino ponderosa.

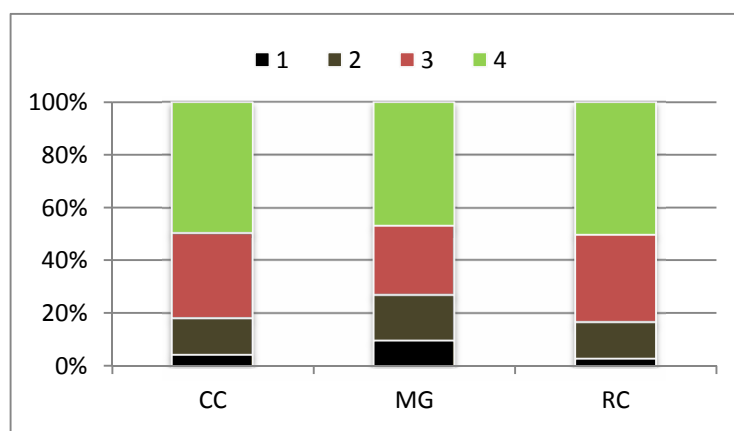


Figura 5. Tipo de daño, por procedencia

Capítulo I: Evaluación de Ensayo de Procedencia y Progenie de Lengua

La procedencia que presenta menos plantas dañadas, corresponde a CC, donde el 82% de las plantas se encuentran en la categoría 4 (sin daño), y 3 (daño leve), mientras que la procedencia con mayor frecuencia de daños es MG, con un 26,9% en la categoría 1 (daño apical) y 2 (daño importante cercano a la copa).

El análisis de varianza para la variable altura, entrega como resultado diferencias significativas entre los valores medios de altura por familia, esto realizando la comparación entre procedencia.

Cuadro 5. Análisis de varianza para la altura, por procedencia.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	304536,42	2	152268,21	19,07	<0,0001
PROC	304536,42	2	152268,21	19,07	<0,0001
Error	11506804	1441	7985,29		
Total	11811341	1443			

Diferencias significativas ($\alpha=0,05$)

Sin embargo, para ver entre que procedencias existen diferencias significativas, se realizó una prueba de Tukey. Este análisis entregó como resultado que entre la procedencia MG y RC no existen diferencias significativas de los valores medios de altura.

Cuadro 6. Análisis de Tukey, para la altura, por procedencia.

PROC	Medias	n	E.E.	
MG	199,79	673	3,44	A
RC	211,14	66	11	A
CC	229,49	705	3,37	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($\alpha=0,05$)

Incrementos en variables

Considerando el periodo de tiempo, se pueden distinguir el crecimiento anual corriente, el crecimiento periódico y el crecimiento medio anual. Se tomó como referencia el año de medición 2008, para evaluar el crecimiento anual corriente (CAC). Además se realizó un cálculo del Incremento medio anual (IMA), a partir del año de establecimiento del ensayo. En la siguiente figura se puede observar el crecimiento por procedencia del Dac y altura, para el año 2008 y 2011.

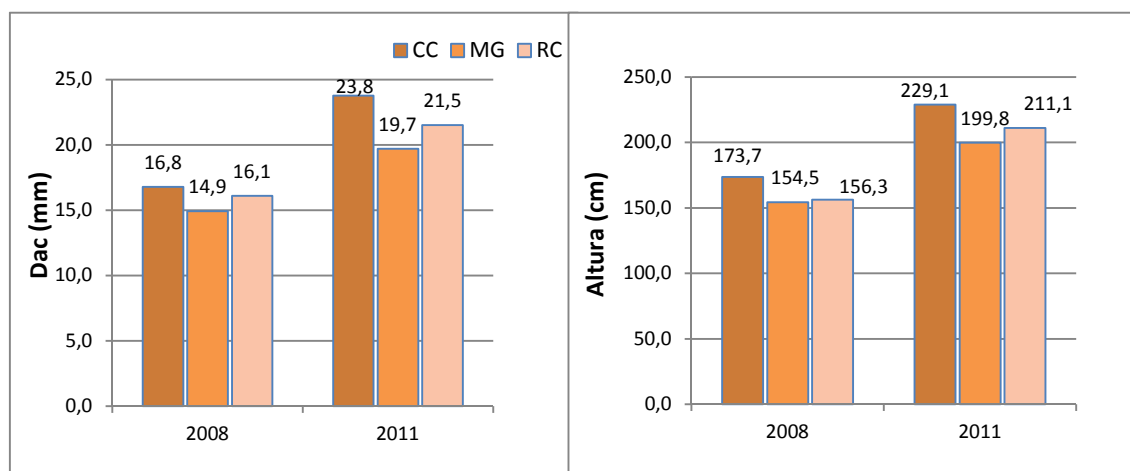


Figura 6. Incrementos de Dac y altura, para el año 2008 y 2011, por procedencia

Capítulo I: Evaluación de Ensayo de Procedencia y Progenie de Lengua

Se observa que para la procedencia CC existió el mayor incremento, con una diferencia en el periodo de 6,97 mm para el Dac y 55,32 cm para la altura. Los crecimientos en las procedencias MG y RC, se comportaron de manera similar.

Cuadro 7. Incrementos de Dac y altura, para el año 2008 y 2011, por procedencia.

Procedencias	2008	2011	CAC	IMA
Dac (mm)				
CC	16,80	23,78	2,32	2,16
MG	14,93	19,71	1,59	1,79
RC	16,11	21,53	1,81	1,96
Altura (m)				
CC	173,74	229,06	18,44	20,82
MG	154,47	199,79	15,11	18,16
RC	156,30	211,14	18,28	19,19

Al realizar la comparación en el crecimiento del periodo se observa para el Dac que la procedencia CC, presenta un incremento del 41,5%, seguida de RC con un 33,6% y por último MG con un incremento del 32,1%. Para la variable altura el mayor incremento lo obtuvo la procedencia RC con un 35,1%, seguida de CC con un porcentaje del 31,8%, y por último la procedencia MG con un incremento en altura de 29,3%. El incremento medio anual del Dac, es mayor en la procedencia CC, los valores para las restantes procedencias varían para el Dac en 0,17 mm y para la altura 1,03 cm.

Análisis de variables de crecimiento y variables asociadas.

Cobertura de copa: Es importante mencionar nuevamente, que el crecimiento de las plantas de lengua se relacionan con la cobertura de copas del estrato superior. La figura 7, muestra en el eje x las categorías de cobertura de copas (en colores degradados) y en los ejes secundarios las variables de crecimiento (Dac, altura).

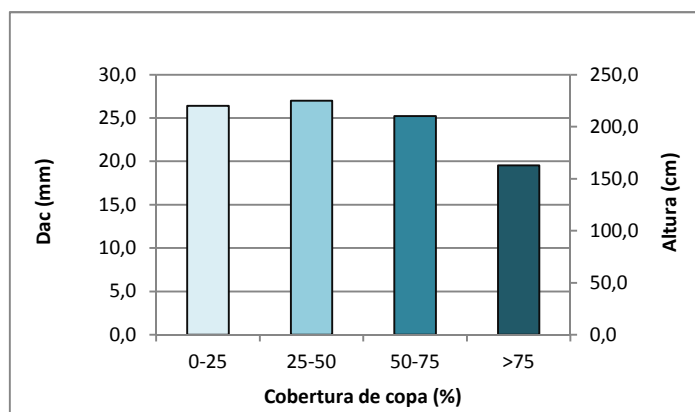


Figura 7: Cobertura de copas para el ensayo general

Cabe recordar que la mayor frecuencia de individuos se concentra en las categorías 25-50% y 50-75%, con un 49% y 41,2% del total de las plantas del ensayo. Por lo tanto, los mejores

Capítulo I: Evaluación de Ensayo de Procedencia y Progenie de Lengua

crecimientos ponderados por el número de plantas, se encuentran en la categoría 25-50% y 50-75%, con valores promedios de Dac que superan los 25 mm y una altura media superior a los 200cm. Sin embargo, no se puede dejar de lado el crecimiento de algunas familias en sectores con una cobertura entre 0-25%, donde la frecuencia de plantas fue menor, pero los crecimientos fueron similares e inclusive en casos mejor. Para visualizar el crecimiento de las plantas por procedencia y tipo de cobertura se presenta la figura 8.

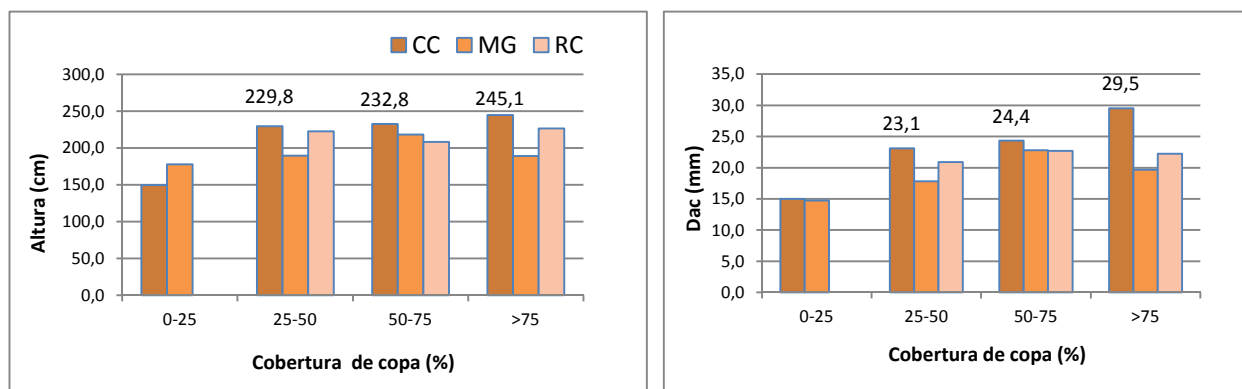


Figura 8: Cobertura de copas por procedencia, para variables de crecimiento

Considerando para el análisis las coberturas con mayor frecuencia, se puede concluir que la procedencia CC, es la que presenta mejores crecimientos en la cobertura de copa 50-75%. Los valores de crecimiento para el rango >75%, son altos, pero la frecuencia de plantas para ese tipo de categoría es baja, solo un 2,7% del total de plantas (n=39).

Al evaluar las otras procedencias, se observa que en MG y RC, el mayor crecimiento en altura y Dac lo obtienen en las categorías 25-50% y 50-75% respectivamente.

Vitalidad de copa: En el ensayo no existen plantas con el mayor grado de vitalidad (exploración), según categorización de Rolloff. Sin embargo, si se pudieron clasificar las plantas en los restantes tres grados de vitalidad, donde quedaron representados de la siguiente forma: Degeneración (D), Estancamiento (E), y Resignación (R). En la figura 9, se muestran las variables de crecimiento, asociadas a la clasificación de vitalidad por procedencia.

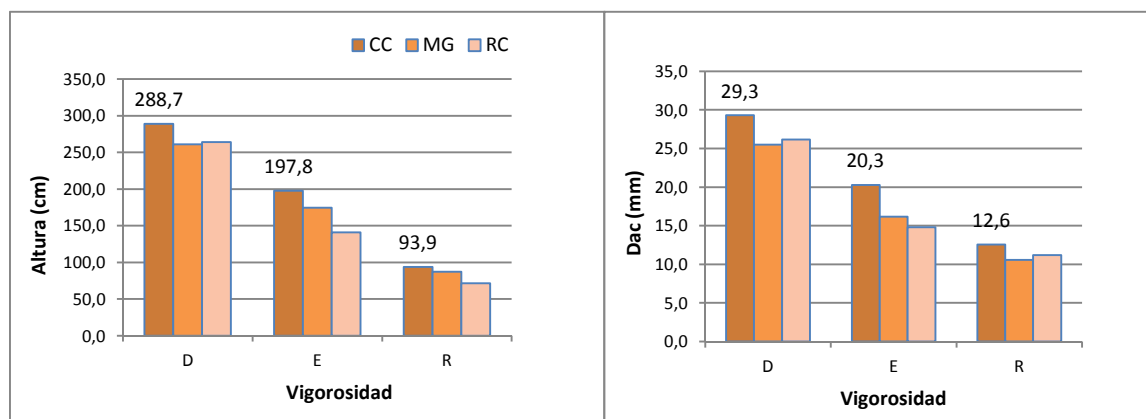


Figura 9. Vitalidad de copas por procedencia, para variables de crecimiento

Se observa que principalmente, que existe una relación directa (inversa), entre el crecimiento y vitalidad de copas. Las plantas del ensayo están distribuidas en mayor frecuencia en el grado de vitalidad **degeneración**, donde en total existen 752 plantas, distribuidas de la siguiente forma: procedencia CC 369 plantas, procedencia MG 340 plantas y RC con 43 plantas, con un promedio de altura de 271,2 cm y de 26,9 mm para el Dac. Para el grado de vitalidad de copa **estancamiento**, existe un total de 434 plantas, distribuidas principalmente en

Capítulo I: Evaluación de Ensayo de Procedencia y Progenie de Lengua

las procedencias CC y MG con 224 y 191 plantas respectivamente. En la categoría **resignación** se clasificaron 258 plantas, de las cuales 111 corresponden a CC, 141 plantas a MG y 6 plantas a RC. En la figura 10, se pueden observar las tres categorías de vitalidad, existentes en el ensayo.



Figura 10. Vitalidad de copas en el ensayo, donde A) degeneración; B) estancamiento; C) resignación.

Índice de altura

La evaluación de la variable altura de la prueba de progenies de lengua permitió confeccionar un índice de selección para esta variable. Los datos utilizados para este análisis consideran solo las plantas que fueron categorizadas en la vitalidad de copa **degeneración**.

El comportamiento del índice de altura, se presentan en el cuadro 8, los valores de frecuencia se encuentran distribuidos en rangos, además se entregan estadígrafos generales por procedencia.

Cuadro 8: Índice de altura por procedencia

Índice de Altura					
	Rango	Frecuencia relativa			
Valor		(% de árboles por clase)			
Clase		Cerro Catedral	Mallín	Río	Total
			Grande	Cajón	
125	0-250	0	0	0	0
375	250-500	0,3	4,9	0	2,5
625	500-750	3	11,9	0	7,1
875	750-1000	11,5	18,6	0	14,5
1125	1000-1250	32,2	36,1	10,5	33,4
1375	1250-1500	19,7	16,8	31,6	18,8
1625	1500-1750	31,9	11,2	57,9	23
1875	1750-2000	1,3	0,4	0	0,8
Total		100	100	100	100

Capítulo I: Evaluación de Ensayo de Procedencia y Progenie de Lenga

Continuación Cuadro 8				
Parámetros descriptivos	<i>Índice de Altura</i>			
n	304	285	19	608
Promedio	1287,37	1074,29	1522,29	1194,68
Desviación estándar.	293,53	314,87	156,18	323,42
Coefficiente de variación	22,8	29,31	10,26	27,07
Valor máximo	1906,75	1784,55	1734,75	1906,75
Valor Mínimo	375,99	300,8	1209,03	300,8

Las plantas evaluadas para este índice son 608, para este análisis no se consideraron los testigos, los cuales al realizar el análisis entregó que el testigo T3 y T1 presentaban los mejores índices de altura con valores cercanos a 2000. Las procedencias evaluadas indican que CC, presenta el mejor índice de altura con un valor máximo de 1906,7, seguida de MG y RC. Las mayores frecuencias se observan en la marca de clase 1125 y 1625. Los valores promedios de índice son mayores en la procedencia RC, también presenta la menor variabilidad, esto se explica porque las plantas se encontraban agrupadas en un solo sector y el número de plantas vivas en esta procedencia es bajo. El proceso indica que la progenie 3, faja 30, bloque 5, de la procedencia Cerro catedral, es el que presenta el mejor índice de altura, seguida de la progenie 5, faja 37, bloque 7, de la misma procedencia.

CONCLUSIONES

- ✓ Se evaluaron 1.444 plantas en el ensayo, lo que entrega un valor total de 58,5% de supervivencia, tomando en cuenta el número de plantas establecidas al iniciar el ensayo (2.466). La procedencia CC, es la que presenta mayor valor de supervivencia con un 82,1%, lo mismo pasa con el tipo de daño esta procedencia, registra un 49,4% de plantas sin daño y un 32,4% de plantas con daño leve.
- ✓ Existen diferencias significativas al evaluar la variable altura a nivel de procedencia y familia. Sin embargo, al aplicar la prueba de Tukey se obtienen que entre la procedencia RC y MG no existen diferencias significativas.
- ✓ La procedencia CC, presentó los valores promedios más altos de da y altura, con 23,8mm y 229,5cm, respectivamente.
- ✓ El mayor incremento en da lo obtuvo la procedencia CC con un 41,5%, seguida de RC con un 33,6%. La variable altura, presentó el mayor incremento en la procedencia RC con un 35,1%, seguida de CC con un 31,8%.
- ✓ Los mayores crecimientos en da y altura en el ensayo, se desarrollaron bajo una cobertura de copa de Pino ponderosa de 25-50% y 50-75%. Al analizar por procedencia CC, es la que presenta mayores crecimientos en la categoría 50-75%.
- ✓ Del total de plantas evaluadas (1444 plantas), se concluyó que el 52% (752 plantas), se encuentran con una vitalidad de copa denominada **degeneración**, donde la procedencia CC es la que mayor participación tiene en esta categoría con un 49,1% (369 plantas). Por otro lado, existen 258 plantas asociadas a una vitalidad de copa denominada **resignación**, donde las plantas ya no presentaron una respuesta al crecimiento, por el poco follaje, y daños severos en el ápice.

Capítulo I: Evaluación de Ensayo de Procedencia y Progenie de Lenga

- ✓ El índice de altura entregó que la procedencia CC es la que presentó los mejores índices, con un valor máximo de 1906,7, seguida de MG y RC. Las mayores frecuencias se observaron en la marca de clase 1125 y 1625, con un 33,4% y 23,0% respectivamente.
- ✓ Al evaluar en forma individual el índice, se concluye que la familia 3, faja 30, bloque 5, de la procedencia Cerro catedral, es el que presenta el mejor índice de altura.
- ✓ Existen 66 árboles de Pino ponderosa que se encuentran caídos dentro del ensayo, esto perjudica el crecimiento de las plantas de lenga, los cuales fueron mapeados en la distribución de los ensayos.

RECOMENDACIONES

En general el ensayo se encuentra en buenas condiciones, exceptuando la procedencia RC, que presentó la menor tasa de supervivencia. Al analizar por procedencia existe un 95,4% de supervivencia entre las procedencias CC y MG. Por estos datos de supervivencia, asociados a la vigorosidad de copa, se recomienda seguir con la evaluación del ensayo en años posteriores, ya que es necesario monitorear el crecimiento de las plantas y obtención de material genético, a esto se suma que el ensayo se encuentra a solo 20 minutos de la ciudad de Coihaique y que existe accesibilidad de entrar gran parte del año.

Sin embargo, es necesario con carácter de urgencia poder trabajar en el ensayo con los árboles caídos en los diferentes bloques. Para este trabajo, existe un mapeo de los árboles por procedencia, hilera y bloque, que están afectando el crecimiento de algunas plantas. Las inversiones de manejo y de mejora de los ensayos deben ir enfocadas a aquellas plantas que presentan una buena vigorosidad, es decir, a las 752 plantas categoría degeneración y no enfocar los esfuerzos económicos en manejar sectores con plantas con baja vitalidad de copa (resignación).

En la parte interior del ensayo es necesario realizar una recolección de los Shelter (protecciones), que en el momento del establecimiento y primeros de crecimiento sirvieron de protección de las plantas. Estos Shelter son de policarbonato y son contaminantes al medio ambiente ya que no son biodegradables.

La parte exterior del ensayo es necesario realizar una mejora sustantiva, ya que la entrada principal se encuentra con un gran deterioro, producto de la nieve de invierno y además que la madera del cerco es de los mismo rodales Pino ponderosa, sin ningún tipo de tratamiento (impregnación).

Capítulo I: Evaluación de Ensayo de Procedencia y Progenie de Lenga

FOTOS ASOCIADAS



Arboles caídos en los ensayos



Estado de la fachada principal del ensayo



ARBOLES CAÍDOS DENTRO DE ENSAYOS

Ensayo de Poblaciones Fundadoras Procedencia Mallín Grande																																																		
FAJAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35															
			Bloque 1			Bloque 2			Bloque 3			Bloque 4			Bloque 5			Bloque 6			Bloque 7			Bloque 8			Bloque 9																							
			228	249	93	280	96	8	235	239	254	201	5	11	240	93	265	95	150	262	8	214	258	249	229	230	8	95	233																					
			95	229	90	249	254	12	93	12	16	8	262	255	250	201	273	5	265	240	93	273	278	229	233	14	254	5	244																					
			92	12	278	251	14	276	95	238	255	93	96	5	239	262	255	1	239	262	255	1	96	249	230	278	230	278	230	278	230	278	230	278	230															
			250	235	13	245	201	14	244	249	201	14	267	15	253	7	244	244	205	16	7	249	239	5	13	90	228	262	235																					
			150	201	253	230	239	253	90	233	14	229	254	233	5	11	257	230	228	273	95	12	96	205	238	267	11	150	156																					
			239	244	267	273	95	265	215	278	251	234	7	16	265	229	23	278	244	249	234	215	205	262	234	16	96	232	15																					
			251	3	16	90	278	238	232	11	219	273	238	239	14	235	8	233	234	11	90	230	232	235	273	12	258	239	273																					
			5	12	239	5	7	11	150	250	245	229	244	270	250	234	90	201	225	235	244	201	228	244	201	228	244	201	228	244	201	228	244	201	228															
			215	11	262	205	228	16	240	15	273	235	13	230	95	278	3	16	254	253	15	5	150	8	95	11	13	205	236																					
			230	8	219	233	13	93	5	8	265	96	249	276	238	233	230	239	267	255	240	14	11	232	276	253	276	93	244																					
			234	254	15	262	5	229	13	228	262	228	3	265	254	150	239	244	267	96	8	253	262	265	240	272	93	12	253	229																				
			7	265	238	267	235	232	253	230	205	253	278	201	12	249	15	201	13	238	244	13	239	265	255	254	7	255	90																					
			233	273	255	244	234	215	267	234	7	150	12	90	74	267	96	96	14	239	229	16	267	15	278	7	14	265																						
			Bloque 10			Bloque 11			Bloque 12			Bloque 13			Bloque 14			Bloque 15			Bloque 16			Bloque 17			Bloque 18			Bloque 19																				
			93	2	239	278	273	93	15	273	201	238	229	234	265	235	95	2	255	244	15	253	235	16	254	253	3	275	262	267	278	13																		
			254	95	14	244	239	11	233	239	96	93	15	265	234	230	93	229	239	93	229	13	16	11	201	230	267	200	244	150	230	234																		
			235	244	90	253	249	238	235	150	244	273	254	229	230	12	253	233	249	201	90	273	215	273	150	5	229	8	238	239	262	238																		
			12	8	265	265	5	13	253	13	234	90	253	11	11	229	270	205	16	276	228	233	11	249	255	244	11	278	253	239	5	255																		
			255	205	249	7	150	8	14	14	12	252	5	273	254	96	14	8	267	14	9	239	228	13	236	16	255	12	233																					
			240	229	96	262	234	14	230	7	5	257	14	7	249	239	90	234	255	230	228	12	234	205	230	235	239	15	262	230	273	16																		
			273	236	234	254	255	12	238	276	12	239	249	8	93	205	254	5	253	273	244	267	95	278	12	96	5	234	201	215	228	8																		
			278	16	244	233	16	5	90	265	11	228	233	94	15	13	244	7	235	253	262	201	93	235	234	205	253	90	12	96	234	23																		
			7	236	262	235	15	239	8	93	236	235	15	239	5	215	238	238	249	14	5	150	238	95	93	255	93	96	11	249	235																			
			150	230	13	201	228	96	278	3	240	238	255	13	238	255	234	238	255	13	11	12	278	254	233	267	278	265	230	253	95	244																		
			11	228	238	215	229	232	95	272	267	255	16	230	201	278	8	96	262	278	230	8	249	14	229	8	14	7	273	254	90	205																		
			15	201	215	205	267	90	255	228	229	276	150	278	267	228	150	90	228	265	96	265	205	215	244	238	13	249	95	7	201	5																		
			5	267	253	228	95	230	154	262	201	12	267	262	244	7	255	15	95	150	239	254	7	13	90	262	228	278	150	229	15	228																		
			Bloque 20			Bloque 21			Bloque 22			Bloque 23			Bloque 24			Bloque 25			Bloque 26			Bloque 27			Bloque 28			Bloque 29			Bloque 30			Bloque 31			Bloque 32			Bloque 33			Bloque 34			Bloque 35		
			13	215	275	230	24	248	230	273	249	230	278	233	230	267	215	262	15	255	234	11	230	262	11	15	238	278	93																					
			229	278	233	230	267	215	262	15	255	234	11	230	262	11	230	262	15	255	234	11	230	262	11	15	238	278	93																					
			16	8	273	244	205	265	12	7	3	12	273	262	16	228	253	233	253	244	249	267	265																											
			12	228	14	11	278	255	234	95	257	278	228	253	90	96	255	3	8	255	7	8	13																											
			235	267	234	255	239	253	93	267	249	16	95	239	239	7	235	238	5	235	239	239	7	235	238	5	235	238	5	235	238	5	235	238	5	235														
			265	239	201	238	244	97	11	235	278	265	239	7	13	2	254	249	90	244	228	273	11																											
			230	214	244	93	13	14	93	235	239	96	235	278	253	235	239	96	235	278	253	235	239	96	235	278	253	235	239	96	235	278	253	235	239	96														
			219	15	7	15	12	233	8	239	253	3	238	201	201	95	215	228	278	7	150	235	230																											
			90	93	253	262	90	244	228	5	228	262	5	249	8	230	262	223	150	230	16	90	15																											
			255	248	3	249	238	3	249	238	3	249	238	3	249	238	3	249	238	3	249	238	3	249	238	3	249	238	3	249	238	3	249	238	3	249														
			96	5	253	254	95	220	93	253	254	95	220	93	253	254	95	220	93	253	254	95	220	93	253	254	95	220	93	253	254	95	220	93	253	254														
			150	205	262	150	8	234	273	14	13	8	90	253	234	265	278	229	205	239	278	239	244																											

METODOLOGÍA Y MATERIALES

Antecedentes generales

Ubicación de las Parcelas Permanentes

Las Parcelas Permanentes (PP) se establecieron el año 2003 y encuentran ubicadas en 15 predios distintos en la Región, en la figura 1, se observa la distribución de las PP.

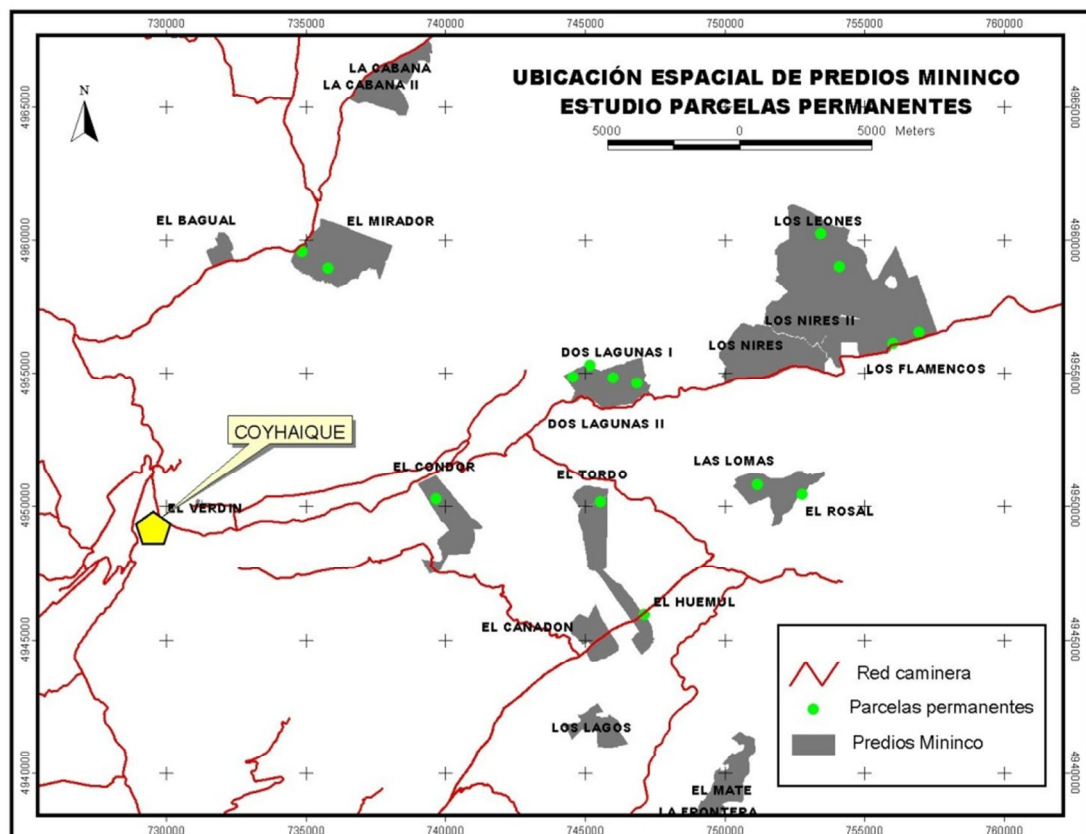


Figura 1. Distribución espacial de las Parcelas Permanentes en la Región

Descripción del ensayo

Número, Tamaño y Forma de las Parcelas

En total se evaluaron 15 PP establecidas en la Región. Las PP tienen una forma cuadrada y una superficie de 1000 m², con longitudes de los lados de 31,62 m, estas son distancias horizontales y debieron ser corregidas en función de la pendiente del lugar al momento del establecimiento. En el cuadro 1, se presenta el listado de predios donde fueron instaladas las parcelas, además se indica el número identificador de cada una y las coordenadas para la ubicación.

Capítulo II: Evaluación de ensayo de parcelas Permanentes de Pino ponderosa.

Cuadro 1. Predios con parcelas permanentes instaladas.

Parcela permanente	Comuna	Nombre Predio	Huso	X	Y
1	Coyhaique	El Huemul	19 G	279380	4946948
2	Coyhaique	El Mirador	18 G	734402	4959581
3	Coyhaique	El Mirador	19 G	266494	4959581
4	Coyhaique	Los Flamencos	19 G	288932	4958299
5	Coyhaique	Los Ñires II	19 G	285741	4960543
6	Coyhaique	Los Ñires	19 G	287984	4957809
7	Coyhaique	El Cóndor	19 G	271208	4950668
8	Coyhaique	El Tordo	19 G	277404	4951044
9	Coyhaique	El Rosal	19 G	284981	4951885
10	Coyhaique	Las Lomas	19 G	283282	4952120
11	Coyhaique	Los Leones	19 G	284948	4961718
12	Coyhaique	Dos Lagunas II	19 G	276024	4955633
13	Coyhaique	Dos Lagunas II	19 G	276630	4956144
14	Coyhaique	Dos Lagunas I	19 G	277537	4955710
15	Coyhaique	Dos Lagunas I	19 G	278446	4955592

Diseño de Muestreo, Ubicación y Demarcación de las Parcelas Permanentes

La ubicación de las parcelas es al azar dentro del predio. Sin embargo, la distribución de las parcelas se realizó de manera estratificada, es decir, fueron distribuidas en función de la edad de las plantaciones y de la zonificación respectiva, con el objetivo de incorporar la mayor cantidad de situaciones presentes. Se utilizó un Mapa con el patrimonio, perteneciente a la empresa Mininco, el cual contenía la ubicación, dentro de la Región, de cada uno de los predios que se necesitaban muestrear. Además se contaba con mapas prediales proporcionados por la empresa antes mencionada, en el cual se podían identificar los rodales que existen en el predio, así como también, las vías de acceso a cada uno de ellos. Por medio de un determinado número de coordenadas, entregadas para cada predio, a muestrear, se procedió a ubicar el predio y luego las coordenadas. El lugar georeferenciado fue identificado como Punto de Ubicación Inicial (PUI) de la parcela.

Se marcaron los cuatro vértices de la parcela, utilizando para esto estacas de madera de color naranja, donde en la parte superior fueron marcadas con dos números separados por una línea, en donde el primer dígito corresponde al número de la parcela y el segundo dígito es el número del vértice que representa la estaca.

Marcado, Numeración y Medición de la Posición de los Árboles

Se marcaron todos los árboles dentro de la parcela, en pie y vivos al momento del establecimiento de las parcelas. Los árboles que se encontraban dentro de la parcela fueron marcados con pintura y cinta al Diámetro altura del cuello (Dac) y el Diámetro a la altura del pecho (Dap), esto siguiendo el principio de Synnott (1991), que menciona que la identidad de cada árbol puede ser determinada en el bosque, mediante un plano de la parcela que muestre la posición y número de todos los árboles medidos, y/o mediante etiquetas o números pintados en cada fuste. Menciona que las etiquetas, los números pintados o impresos son sumamente importantes durante las mediciones siguientes, especialmente cuando hay disponibilidad de confusión entre árboles de dimensiones o especies similares.

Capítulo II: Evaluación de ensayo de parcelas Permanentes de Pino ponderosa.



Figura 2. Marcación de estacas de vértices de parcela y de numeración de árboles por parcela

Captura de información en terreno

En gabinete se ingresaron las coordenadas de las PP, para ubicarlas espacialmente en una cobertura georeferenciada, estas se desplegaron en una cobertura predial y también en Google earth, para ver la red caminera existente. Una vez identificado los puntos en las coberturas, se incorporaron al Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y se precedió a programar las salidas, paralelamente a esto se pidió autorización a Mininco, para la entrada a los predios. Una vez en el predio, se inicia la localización de la PP, mediante “goto” del GPS. Una vez localizada se recorrieron los cuatro vértices de la parcela, y marcación de los árboles. Finalmente se realizaron las mediciones de las variables, mencionadas en el punto anterior.

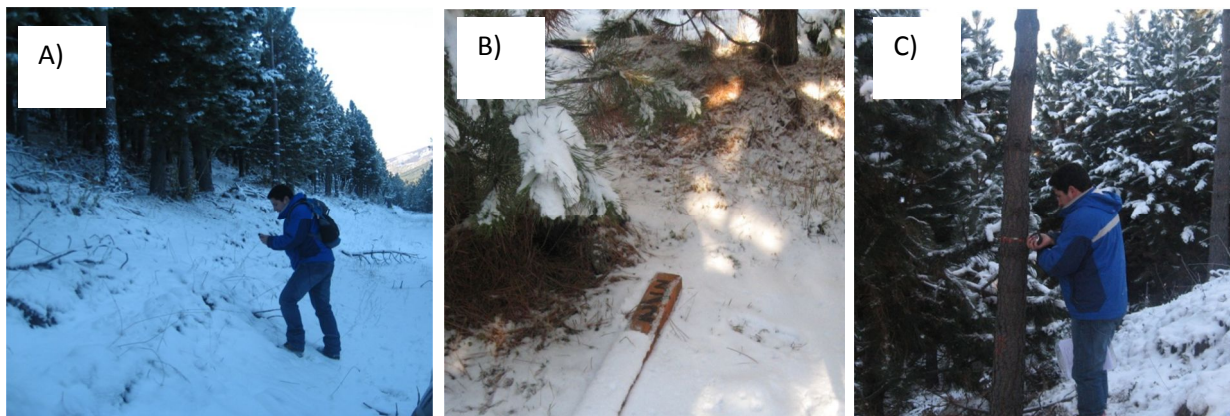


Figura 2. Actividades realizadas en la evaluación de las Parcelas permanentes, donde: A) Localización de parcela; B) Ubicación de vértices; C) Medición de variables; D) vegetación arbustiva y herbácea asociada.

Variables de medición

Para cumplir con el objetivo de analizar los incrementos en cada una de las parcelas, así como también para establecer relaciones entre variables, se midieron en terreno variables auxiliares como Dap, Dac, altura y variables asociadas como la forma de los fustes, además de la

Capítulo II: Evaluación de ensayo de parcelas Permanentes de Pino ponderosa.

vegetación arbustiva asociada, pendiente; coordenadas; altitud y alguna observación de manejo, algunas de las variables se describen a continuación:

Diámetro tocón

El diámetro altura de tocón se midió en todos los arboles de las parcelas evaluadas, la medición se realizo en la línea naranja que tiene cada árbol en la parcela. Para esto se utilizo la huincha diamétrica y/o forcípula graduada en cm.

Diámetro del Fuste

El diámetro se midió en todos los árboles de la parcela, esto se realizó con una huincha diamétrica y en otros casos con forcípula a una distancia de 1,3 m desde la base del árbol (sobre línea naranja del fuste marcada al establecimiento), los valores fueron traspasados al formulario de terreno en centímetros (cm). En caso que el árbol presentara bifurcaciones bajo el 1,3 m, se realizaban dos mediciones, una para cada fuste.

Altura total

La altura total se midió en los 4 árboles más cercanos a cada vértice, por lo tanto, se midieron 16 árboles por parcela. La altura se obtuvo, midiendo desde la base hasta el ápice del árbol con una vara telescópica graduada en cm.



Figura 3. Medición de variables en terreno, donde: A) Medición de Dac; B) Medición de Dac; C) Medición de altura

Procesamiento y análisis de información

Las PP han sido medidas en dos periodos anteriores, en el año 2003 y 2009, con la medición de este año 2011, se tendrían tres mediciones en estos últimos nueve años. La secuencia de mediciones es necesaria para monitorear las proyecciones utilizadas en los ejercicios de planificación estratégica, y para obtener datos usados en la evaluación, construcción y validación de modelos de crecimiento y rendimiento. Sin embargo, pueden ocurrir una serie de variables que no permitan realizar las mediciones secuenciales.

En este estudio, se encontraron durante la evaluación una serie de restricciones, las cuales no permitieron evaluar algunas parcelas, tales como:

Capítulo II: Evaluación de ensayo de parcelas Permanentes de Pino ponderosa.

- ✓ No existe un mapeo y/o eje de coordenadas de los árboles medidos por parcela
- ✓ La marcación de los árboles es deficiente y no se logro determinar la numeración de árboles en la parcela
- ✓ Mediciones en años anteriores no se realizaron en la parcela

Funciones utilizadas

Para los cálculos de estimación de mortalidad y diámetro medio cuadrático se utilizaron las siguientes formulas (Reyes, *et. al*, 2009).

Mortalidad:

$$M = \left(\sqrt[n]{\frac{N_f}{N_i}} - 1 \right) * 100$$

Diámetro medio cuadrático (cm):

$$DMC = \sqrt[3]{\frac{AB * 40000}{N * 3,1416}}$$

Donde: M: tasa de mortalidad (%); n: número de años entre el inicio y el final del periodo; Nf: número de árboles al final del periodo; Ni: número de árboles al inicio del periodo; AB: área basal por hectárea (m²); N: número de árboles por hectárea.

Se realizó el uso de funciones predictivas de algunas variables que no pudieron ser medidas en terreno, debido a las restricciones antes mencionadas y otras funciones que sirvieron para poder estimar valores tales como el volumen. Para esto se utilizaron las siguientes funciones:

Diámetro altura del Pecho y Diámetro de Tocón (INFOR, 2006)

$$Dap = -4,06995545 + 0,87371788 * Dac$$

Donde: Dap: diámetro a la altura del pecho en cm; Dac: diámetro la altura del cuello en cm.

Altura Total (INFOR, 2006)

$$H = 1,3 + \exp(a + (b / (dap + 2,54)))$$

Donde: H: Altura total (m); Dap: diámetro a la altura del pecho en cm; a,b: parámetros

Volumen total (INFOR-INFORA, 1996)

$$V = -0,00141633 + 0,00064885Dap^2h + 0,00002722Dap + 0,0000296Dap^3 + 0,000000088Dap^4$$

Donde: V: volumen total; Dap: diámetro a la altura del pecho en cm; h: altura (m)

Capítulo II: Evaluación de ensayo de parcelas Permanentes de Pino ponderosa.

RESULTADOS

Parámetros descriptivos totales y tasa de mortalidad

Los parámetros descriptivos de crecimiento (Dap, altura), para el total de parcelas evaluadas en los diferentes años, se presentan en el cuadro 2.

Cuadro 2. Estadígrafos para cada parcela permanente, en diferentes periodos

	2003		2009		2011	
	Dap (cm)	Altura (m)	Dap (cm)	Altura (m)	Dap (cm)	Altura (m)
n	1338,0	241,00	2064,00	241,00	1853,0	241
Media	12,02	2,41	13,00	5,17	15,70	5,95
D.E	3,21	1,25	4,53	1,43	5,07	1,49
CV (%)	26,71	51,87	34,85	27,66	32,29	25,04
Mínimo	2,00	0,24	5,00	1,12	5,00	2,38
Máximo	20,20	7,00	29,00	9,20	38,80	10,70

Se observa en el cuadro 2, que solo se evaluó el 64,8% del total de los árboles para el año 2003, debido a que no todos alcanzaban el diámetro mínimo para medirlo. En el año 2009 se evaluaron todos los árboles de las parcelas, donde se obtuvo un promedio de Dap de 13,0 cm y para la altura se midieron 241 árboles, entregando un valor promedio de 5,17 m. Para el año 2011, se evaluó el Dap del 89,7% del total, el porcentaje restante 10,3% corresponden a la parcela 5 que no fue incluida en los análisis y mortalidad.

Cuadro 3. Estimación de parámetros promedios de Dap y tasa de mortalidad anual

Parcela	2009		2011		Tasa de mortalidad periodo (%)
	n	Dap (cm)	n	Dap (cm)	
1	138	14,46	130	18,01	2,9
2	100	18,61	99	20,47	0,5
3	149	14,13	137	17,20	4,1
4	61	20,83	61	22,96	-
5	151	13,42	-	-	0,0
6	176	12,72	166	15,29	2,8
7	160	15,82	151	18,73	2,8
8	153	12,58	153	14,76	0,0
9	146	13,71	145	16,48	0,5
10	176	12,20	168	14,91	2,3
11	110	8,87	145	16,71	0,1
12	141	15,22	115	17,77	9,6
13	110	10,49	107	12,64	1,3
14	164	9,65	155	11,83	2,7
15	128	6,24	120	5,87	3,1

Para el periodo de dos años comprendidos entre el 2009 y 2011, se obtuvo que la parcela con mayor tasa de mortalidad anual corresponde a la parcela 3 (Predio El Mirador), con un valor porcentual de 4,1%, por otra parte la parcela 8 del Predio El Tordo, no presenta mortalidad. Del cuadro 3 podemos concluir que la parcela 4 es la que tiene el mayor Dap promedio, con un valor que supera los 20 cm, esta parcela corresponde al Predio Los Flamencos, ubicada camino a Coyhaique Alto. En el cuadro 4, se presenta la información promedio del área basal y volumen total, a nivel de parcela, para dos periodos de evaluación.

Capítulo II: Evaluación de ensayo de parcelas Permanentes de Pino ponderosa.

Los parámetros medios de crecimiento por parcela se detallan en el siguiente cuadro, donde las variables de crecimiento son evaluadas los periodos 2009 y 2011.

Cuadro 4. Parámetros promedios de variables de crecimiento, a nivel de parcela.

Parcela	Parámetros de crecimiento promedios por parcela							
	Año 2009				Año 2011			
	n	Dap (cm)	Área basal (m ²)	Volumen (m ³)	n	Dap (cm)	Área basal (m ²)	Volumen (m ³)
1	138	14,46	0,0176	0,0751	130	18,01	0,0267	0,1198
2	100	18,61	0,0271	0,1222	99	20,47	0,0337	0,1547
3	149	14,13	0,0161	0,0684	137	17,20	0,0245	0,1088
4	61	20,83	0,0349	0,1611	61	22,96	0,0423	0,1991
5	151	13,42	0,0146	0,0605	s/i	s/i	s/i	s/i
6	176	12,72	0,0128	0,0521	166	15,29	0,0192	0,0829
7	160	15,82	0,0197	0,0854	151	18,73	0,0291	0,1318
8	153	12,58	0,0129	0,0520	153	14,76	0,0177	0,0752
9	146	13,71	0,0152	0,0633	145	16,48	0,0221	0,0970
10	176	12,20	0,0121	0,0483	168	14,91	0,0181	0,0772
11	110	8,87	0,0070	0,0260	145	16,71	0,0231	0,1019
12	141	15,22	0,0149	0,0631	115	17,77	0,0253	0,1127
13	110	10,49	0,0095	0,0369	107	12,64	0,0136	0,0561
14	164	9,65	0,0080	0,0300	155	11,83	0,0122	0,0490
15	128	6,24	0,0038	0,0125	120	5,87	0,0041	0,0135

Parámetros descriptivos de rodal, por parcela

Al procesar la información capturada en terreno por parcela, se procedió a realizar los cálculos de variables descriptoras de rodal, a nivel de parcela y hectárea.

Cuadro 4. Estimación de parámetros promedios de crecimiento, por parcela

Parcela	2009				2011			
	N (arb ha ⁻¹)	Área basal (m ² ha ⁻¹)	Volumen Total (m ³ ha ⁻¹)	DMC (cm)	N (arb ha ⁻¹)	Área basal (m ² ha ⁻¹)	Volumen Total (m ³ ha ⁻¹)	DMC (cm)
1	1380	24,3	103,6	15,0	1300	34,7	155,8	18,4
2	1000	27,1	122,2	18,6	990	33,4	153,1	20,7
3	1490	24,0	101,9	14,3	1370	33,5	149,1	17,7
4	610	21,3	98,3	21,1	610	25,8	121,4	23,2
5	1510	22,0	91,4	13,6	s/i	s/i	s/i	s/i
6	1760	22,6	91,7	12,8	1660	32,0	137,6	15,7
7	1600	31,5	136,6	15,8	1510	43,9	199,0	19,3
8	1530	19,7	79,5	12,8	1530	27,0	115,0	15,0
9	1460	22,3	92,4	13,9	1450	32,1	140,7	16,8
10	1760	21,3	85,1	12,4	1680	30,5	129,7	15,2
11	1100	7,7	28,6	9,4	1450	33,5	147,7	17,1
12	1410	21,0	89,0	13,8	1150	29,1	129,6	18,0
13	1100	10,4	40,6	11,0	1070	14,6	60,0	13,2
14	1640	13,2	49,2	10,1	1550	18,9	75,9	12,5
15	1280	4,8	16,0	6,9	1200	4,9	16,2	7,2

Capítulo II: Evaluación de ensayo de parcelas Permanentes de Pino ponderosa.

Los valores de volumen son altos debido a que se toma en cuenta el volumen total, no existe un límite por índice de utilización. El mayor DMC para el 2011, lo obtiene la parcela 4, (23,2 cm), seguido de la parcela 2 (20,7 cm), de los Predios Los Flamencos y El Mirador, respectivamente. Los valores DMC más bajos corresponden a la parcela 15 (7,2 cm) y parcela 14 (12,5 cm), ambas del Predio Dos Lagunas, caracterizado por suelos poco profundos y rocosos.

Incrementos del área basal y volumen por parcela

Se presentan en el cuadro 5, valores promedios de incrementos para las variables área basal y volumen, por parcela. Se obtuvieron crecimiento anual periódico y volumen, para el periodo 2009-2011. Además se obtuvo el IMA para el Dap y el IMA para el volumen, incluyendo la edad de la plantación donde se estableció la parcela.

Cuadro 5. Incrementos por parcela, para el volumen y área basal.

Parcela	Área Basal (m ² ha ⁻¹)		CAP (m ² ha ⁻¹ /año)	Volumen (m ³ ha ⁻¹)		Edad (años)	IMA Dap (cm/año)	IMA Volumen (m ³ ha ⁻¹ /año)
	2009	2011	2009-2011	2009	2011			
1	24,3	34,7	5,21	103,6	155,8	18	1,02	8,66
2	27,1	33,4	3,12	122,2	153,1	25	0,83	6,13
3	24,0	33,5	4,78	101,9	149,1	19	0,93	7,85
4	21,3	25,8	2,28	98,3	121,4	30	0,77	4,05
5	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	17	s/i	s/i
6	22,6	32,0	4,70	91,7	137,6	18	0,87	7,65
7	31,5	43,9	6,23	136,6	199,0	18	1,07	11,05
8	19,7	27,0	3,67	79,5	115,0	18	0,83	6,39
9	22,3	32,1	4,90	92,4	140,7	18	0,93	7,81
10	21,3	30,5	4,58	85,1	129,7	17	0,89	7,63
11	7,7	33,5	12,91	28,6	147,7	17	1,01	8,69
12	21,0	29,1	4,05	89,0	129,6	19	0,95	6,82
13	10,4	14,6	2,08	40,6	60,0	17	0,78	3,53
14	13,2	18,9	2,86	49,2	75,9	18	0,69	4,22
15	4,8	4,9	0,06	16,0	16,2	17	0,43	0,95

CAP: Crecimiento Anual Periódico; IMA: Incremento Medio Anual

La edad de los rodales evaluados fluctúan entre los 17 y 30 años de edad. Los incrementos medios anuales para el Dap, tienen un valor máximo en la parcela 7, Predio El Cóndor, con un valor de incremento del Dap de 1,07 cm/año, y el menor valor lo obtiene el Predio Dos Lagunas I, con 0,43 cm/año. El promedio del incremento medio anual, para todas las parcelas es de 0,86 cm/año. En Argentina, en la provincia de Río Negro, se señalan incrementos medios anuales para el Dap de 0,75 cm/año. En este mismo país se han obtenido, a los 28 años de edad, incrementos medios anuales en diámetro de 1,4 cm/año (Nanni, 1972).

En rodales de la Región de Aysén se han encontrado valores similares de IMA, para edades de 15 años, el IMA para el Dap es de 0,76 cm/año, y para los 23 años un valor de 0,91 cm/año (Infor, 1994; Gandara, 1978).

Capítulo II: Evaluación de ensayo de parcelas Permanentes de Pino ponderosa.

CONCLUSIONES

- Se evaluó un total de 14 parcelas, lo que equivale al 93,3% del total de parcelas a evaluar, en la Región de Aysén.
- Los valores promedios de las variables de crecimiento son los siguientes: Altura 2,41 m; 5,17m; 5,95 m y para el Dap 12,02 cm; 13,0 cm y 15,70 cm, para los años, 2003, 2009 y 2011, respectivamente.
- En el año 2009 se evaluaron todos los árboles de las parcelas, donde se midieron 241 árboles. Para el año 2011, se evaluó el Dap del 89,7% del total, el porcentaje restante 10,3% corresponden a la parcela 5 que no fue incluida en los análisis y mortalidad.
- Para el periodo de dos años comprendidos entre el 2009 y 2011, se obtuvo que la parcela con mayor tasa de mortalidad anual corresponde a la parcela 3 (Predio El Mirador), con un valor porcentual de 4,1%, por otra parte la parcela 8 del Predio El Tordo, no presenta mortalidad. El promedio de mortalidad para las parcelas evaluadas es de 2,3%.
- El mayor DMC para el 2011, lo obtiene la parcela 4, (23,2 cm), seguido de la parcela 2 (20,7 cm), de los Predios Los Flamencos y El Mirador, respectivamente. Los valores DMC más bajos corresponden a la parcela 15 (7,2 cm) y parcela 14 (12,5 cm), ambas del Predio Dos Lagunas, caracterizado por suelos poco profundos y rocosos.
- Los incrementos medios anuales para el Dap, tienen un valor máximo en la parcela 7, Predio El Cóndor, con un valor de incremento del Dap de 1,07 cm/año, y el menor valor lo obtiene el Predio Dos Lagunas I, con 0,43 cm/año.
- Es necesario establecer una metodología en el mapeo de los individuos en terreno y además mejorar la marcación al establecimiento de PP, ya que en algunos casos fue dificultoso la ubicación de cada individuo.
- La recomendación inicial que se hace, es innovar en la marcación de cada individuo que compone la PP, estableciendo un sistema de marcación con placas que no le ocasionen heridas a la especie y que no afecten su crecimiento.
- En futuras ocasiones evaluar la posibilidad de reducir la superficie que ocupa cada parcela, aumentando la cantidad de variables a evaluar, de esta forma hacer la medición más eficiente y obtener más información a un menor costo.

Capítulo II: Evaluación de ensayo de parcelas Permanentes de Pino ponderosa.

BIBLIOGRAFIA

INFOR. Quiroz, I.; Rojas, Y. 2003. Pino ponderosa y Pino oregón. Coníferas para el sur de Chile. Instituto Forestal. Chile. 302p.

INFOR-INFORA.1996 a. Funciones de crecimiento diametral y tablas de rendimiento Pino oregón y Pino ponderosa XI Región. INFOR / Forestal Mininco S.A. Coyhaique. 87p.

INFOR. Moreno, P.; Obando, M. 2006. Pino ponderosa en Aysén. Biometría y Genética. Instituto Forestal. Chile. 192p.

Nanni, L. 1972. Nuevas informaciones del crecimiento de *Pino ponderosa* y *Pseudotsuga menziessi* en Quechuquina, sobre el lago Lacar, Neuquén, Argentina. Revista Forestal Argentina 16 (3-4): 105-108.

Prodan. M, R. Peters, F. Cox, P. Real. 1997. Mensura forestal. Serie de investigación y evaluación en desarrollo sostenible. San José, Costa Rica. IICA, GTZ. 561 p.

Reyes, R.; Donoso, P.; Donoso, C.; y Navarro, Celso. 2009. Crecimiento de renovales de *Drimys winteri* después de 16 años de aplicados distintos tratamientos de raleo en las cordilleras de Los Andes y de la Costa en Chile. *Bosque (Valdivia)* [online]. 2009, vol.30, n.3.



Proyecto: Evaluación de ensayos existentes de Lenga (Nothofagus pumilio) y Pinus ponderosa (Pino ponderosa), en la Región de Aysén

Código: 5052812111



INFOR

www.infor.cl

