



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

ESCUELA DE CIENCIAS FORESTALES

DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA Y CONSERVACIÓN DE LA
NATURALEZA

EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE UN PLAN DE MANEJO DE
BOSQUE NATIVO EN LA COMUNA DE CURACAUTÍN, REGIÓN DE
LA ARAUCANÍA

Memoria para optar al Título
Profesional de Ingeniero Forestal

JUAN FRANCISCO JAVIER JOFRÉ MONTOYA

Profesor Guía: Sr. Gustavo Eduardo Cruz Madariaga. Ingeniero Forestal,
Doctor en Ciencias Forestales

Santiago, Chile

2018

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

EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE UN PLAN DE MANEJO DE
BOSQUE NATIVO EN LA COMUNA DE CURACAUTÍN, REGIÓN DE
LA ARAUCANÍA

Memoria para optar al Título
Profesional de Ingeniero Forestal

JUAN FRANCISCO JAVIER JOFRÉ MONTOYA

Calificaciones:	Nota	Firma
Prof. Guía Sr. Gustavo Cruz Madariaga	6,6
Prof. Consejero Sr. Antonio Vita Alonso	6,6
Prof. Consejero Sr. Horacio Bown Intveen	6,5

*Dedicado a Javier Jofré que me acompaña y guía,
dándome consejos de vida hasta el día de hoy,
me enseñó disciplina, sabiduría y constancia.
Dedicado a Adriana Montoya por su apoyo de madre,
su confianza y amor que nunca fallaron.
Dedicado a Carolina Jofré y Bernardita Jofré
por ser mis pilares de apoyo en cada paso cursado
en esta carrera, siempre estuvieron para todo
lo necesario y con la disposición de ayudar.*

*Dedicado de manera especial a Cristóbal Jofré, como muestra
de que los caminos, se eligen, se recorren y se finalizan,
que esto sirva de impulso para no perder el norte
de la meta que debes concluir.
Espero mi dedicatoria de vuelta en tu Tesis finalizada.*

*“Sueños de vivir en libertad,
conversaciones de cómo hacer igualdad,
es falta esta carrera. ¡Sorpresa!
La única barrera está metida en la cabeza.
Cada uno sabe dónde encuentra el brillo,
unos miran barro, otros ven ladrillos.
Hacemos que el tiempo baile
y limpiamos con canto el aire.”
Sondelvalle*

AGRADECIMIENTOS

A lo largo de la vida uno se encuentra con muchas personas. Algunas siempre han estado conmigo, otras aparecieron durante el camino cursado en esta carrera. Esta Memoria de Título es producto de mucho esfuerzo personal, pero a la vez, de apoyo incondicional, de pilares fundamentales, de enseñanzas y lecciones aprendidas. Es así como quiero agradecer primeramente a mi Profesor Guía Gustavo Cruz, que indirectamente me mostró un crecimiento y aprendizaje que al inicio de este largo camino no quise ver, corrección tras corrección este trabajo fue puliéndose enseñándome cosas hasta el último día. También a mis profesores consejeros Antonio Vita y Horacio Bown, quienes apoyaron el tema expuesto en esta Memoria, mostrando distintos puntos de vista para nutrir el trabajo realizado.

Agradecer a mi tío Leonardo Araya, por mostrarme la Ingeniería Forestal desde otra perspectiva, de enseñarme un rol social asociado a esta carrera y hacerme ver que la naturaleza es sabia en todo aspecto. Gracias a él tome el desafío de desarrollar este tema de Memoria. Agradezco su hospitalidad y cuidado, en el momento de hacer la Práctica Profesional y tomar los datos para este trabajo, así también el apoyo de mi tía Jenia y su familia por recibirme con los brazos abiertos y mucho cariño en Curacautín.

Agradecer a mis padres, Javier y Adriana por otorgarme valores fundamentales que se tradujeron en perseverancia absoluta para cumplir todas mis metas y no abandonar los caminos a mitad de recorrido. Así también a mi abuela Elia por insistirme en finalizar este proceso. Agradezco a mis hermanos Carolina, Bernardita y Cristóbal, por ser ejemplos en mi vida y enseñarme que pase lo que pase siempre estarán conmigo. A Máximo por demostrarme que debo ser un ejemplo, a Christian por el gran apoyo en la toma de datos, a Alejandro por darme el tiempo y el espacio de desarrollar esta Memoria dentro del trabajo y a Francisca por su traducción en el resumen redactado.

Agradezco de manera especial a Catalina Izquierdo, por su incondicional amor, compañerismo y complicidad, por enfocarme siempre en mi meta, por creer en mí y por darme el impulso necesario en los momentos de flaqueo, por simplemente estar en todo momento.

Agradezco a mis amigos de la vida Pedro y Julio, por estar conmigo durante todo el proceso y darme los tiempos para desenvolverme en este camino, por su cariño y apoyo incondicional. También a mis amigos Bruno y Wilson, que siempre creyeron en mi como estudiante y nunca darme la espalda. Gracias a mis compañeros de la Universidad con los cuales pude desarrollarme en esta carrera, Catalina, Nicole, Constanza y Gabriela.

Finalmente, mi crecimiento y formación fue también resultado de dos grandes instituciones que marcaron mi vida, el Internado Nacional Barros Arana que, sin ser mi hogar, me formó enseñándome compañerismo, hermandad, amistad y a ser "ciudadano consciente después". Y al club deportivo de mis amores Colo Colo, por tantas alegrías y logros que me demostraron que "con empuje, coraje" y un buen equipo al rededor, las metas se consiguen.

Gracias.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	OBJETIVOS	4
2.1	Objetivo general	4
2.2	Objetivos específicos.....	4
3.	MATERIAL Y MÉTODO	5
3.1	Material	5
3.1.1	Área de estudio.....	5
3.1.2	Plan de Manejo Forestal evaluado	7
3.1.2.1	Rodal de estudio.....	7
3.1.2.2	Elaboración del Plan de Manejo Forestal	9
3.2	Método.....	11
3.2.1	Evaluación del cumplimiento de las actividades silvícolas propuestas en el Plan de Manejo.....	11
3.2.2	Caracterización de la estructura y productividad potencial del rodal después de la intervención	14
3.2.3	Análisis de ingresos obtenidos	15
4.	RESULTADOS.....	17
4.1	Evaluación del cumplimiento de las actividades silvícolas propuestas en el Plan de Manejo.....	17
4.1.1	Actividades a realizar propuestas por el Plan de Manejo	17
4.1.2	Cosecha de la Corta de protección propuesta por el Plan de Manejo	17
4.1.3	Cosecha realizada según medición de parcelas y censo de tocones.....	18
4.1.4	Comparación de la Cosecha realizada versus la Cosecha propuesta por el Plan de Manejo.....	21
4.1.5	Actividades de regeneración y replantación propuesta en el Plan de Manejo	22
4.2	Caracterización de la estructura y productividad potencial del rodal después de la intervención.....	23
4.2.1	Composición, estructura y calidad del rodal antes y después de la cosecha..	23
4.2.2	Proyección de la productividad del bosque a 20 años.....	24
4.3	Análisis de ingresos obtenidos	25
5.	DISCUSIÓN	27
5.1	Evaluación del cumplimiento de las actividades silvícolas propuestas en el Plan de Manejo.....	27
5.2	Caracterización de la estructura y productividad potencial del rodal después de la intervención.....	30

5.3	Análisis de los ingresos obtenidos por el propietario	32
6.	CONCLUSIONES	34
7.	BIBLIOGRAFÍA	35
	APÉNDICE	39
1.	Parcelas de monitoreo (utilizadas en el PMF y en este estudio)	39
1.1	Parcela 1	39
1.2	Parcela 2	40
1.3	Parcela 3	41
1.4	Parcela 4	43
1.5	Parcela 5	44
2.	Parcelas de monitoreo (nuevas para este estudio).....	45
2.1	Parcela 6	45
2.2	Parcela 7	46
2.3	Parcela 8	47
2.4	Parcela 9	48
2.5	Parcela 10	49

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1: Coordenadas de ubicación las parcelas utilizadas en la elaboración del plan de manejo. Zona 19H.	9
Cuadro N° 2: Variables de estado del rodal inicial, residual, cosecha y % de extracción, según especie en el predio Pidenco. Nha: Número de árboles por hectárea; Gha: Área basal (m ² /ha); Vha: Volumen bruto (m ³ /ha); dmc: Diámetro Medio Cuadrático (cm); Vas: Volumen aserrable; Vle: Volumen de leña.	10
Cuadro N° 3: Cálculo de los volúmenes por producto (pulgada maderera y m ³) y los ingresos obtenidos a partir de los productos a extraer en el rodal (en M\$).	11
Cuadro N° 4: Coordenadas de ubicación de las parcelas de monitoreo utilizadas para la evaluación del cumplimiento de las actividades silvícolas. Zona 19H.	12
Cuadro N° 5: Factor de la relación de DAP/DAT para cada especie de interés.	13
Cuadro N° 6: Cantidad de trozas por especie y por largo de trozas.	16
Cuadro N° 7: Actividades de Corta de regeneración y reforestación propuestas por el plan de manejo para ser ejecutadas en los rodales bajo manejo en el predio (Peña, 2013).	17
Cuadro N° 8: Variables de estado del rodal original, cosechado y residual, propuesta en el plan de manejo. ori: Rodal original; cos: cosecha realizada; res: rodal residual. Nha: Número de árboles por hectárea; Gha: Área basal (m ² /ha); Vha: Volumen bruto (m ³ /ha); dmc: Diámetro Medio Cuadrático (cm), (Peña, 2013).	17
Cuadro N° 9: Variables de estado según especie para el rodal original, la cosecha realizada y el rodal residual. Nha: Número de árboles por hectárea; Gha: Área basal (m ² /ha); Vha: Volumen bruto (m ³ /ha); dmc: Diámetro Medio Cuadrático (cm). En paréntesis valor porcentual.	18
Cuadro N° 10: Número de árboles y área basal total por especie cosechada en el rodal R-13, de acuerdo con el censo de tocones.	20
Cuadro N° 11: Comparación de la intervención realizada en el rodal bajo el plan de manejo con lo determinado en esta memoria, según inventario en parcelas de monitoreo y censo de tocones. Nha: Número de árboles por hectárea; Gha: Área basal (m ² /ha); Vha: Volumen bruto (m ³ /ha); dmc: Diámetro Medio Cuadrático (cm).	22
Cuadro N° 12: Parámetros del rodal según especie para una proyección de 10 y 20 años..	24
Cuadro N° 13: Volumen aserrable de trozas en pulgadas madereras (pm) por especie y por largo de trozas, estimado según regla de Casimiro Donat.	26
Cuadro N° 14: Ingresos obtenidos por la madera en trozas vendida, según especie.	26

Cuadro N° 15: Resumen información inventario Parcela 1. N: Número de árboles; G: Área basal (m ² /ha); G (%): Porcentaje de área basal; V: Volumen bruto (m ³ /ha); dmc: Diámetro Medio Cuadrático (cm).	40
Cuadro N° 16: Resumen información inventario Parcela 2. N: Número de árboles; G: Área basal (m ² /ha); G (%): Porcentaje de área basal; V: Volumen bruto (m ³ /ha); dmc: Diámetro Medio Cuadrático (cm).	41
Cuadro N° 17: Resumen información inventario Parcela 3. N: Número de árboles; G: Área basal (m ² /ha); G (%): Porcentaje de área basal; V: Volumen bruto (m ³ /ha); dmc: Diámetro Medio Cuadrático (cm).	42
Cuadro N° 18: Resumen información inventario Parcela 4. N: Número de árboles; G: Área basal (m ² /ha); G (%): Porcentaje de área basal; V: Volumen bruto (m ³ /ha); dmc: Diámetro Medio Cuadrático (cm).	43
Cuadro N° 19: Resumen información inventario Parcela 5. N: Número de árboles; G: Área basal (m ² /ha); G (%): Porcentaje de área basal; V: Volumen bruto (m ³ /ha); dmc: Diámetro Medio Cuadrático (cm).	44
Cuadro N° 20: Resumen información inventario Parcela 6. N: Número de árboles; G: Área basal (m ² /ha); G (%): Porcentaje de área basal; V: Volumen bruto (m ³ /ha); dmc: Diámetro Medio Cuadrático (cm).	45
Cuadro N° 21: Resumen información inventario Parcela 7. N: Número de árboles; G: Área basal (m ² /ha); G (%): Porcentaje de área basal; V: Volumen bruto (m ³ /ha); dmc: Diámetro Medio Cuadrático (cm).	47
Cuadro N° 22: Resumen información inventario Parcela 8. N: Número de árboles; G: Área basal (m ² /ha); G (%): Porcentaje de área basal; V: Volumen bruto (m ³ /ha); dmc: Diámetro Medio Cuadrático (cm).	48
Cuadro N° 23: Resumen información inventario Parcela 9. N: Número de árboles; G: Área basal (m ² /ha); G (%): Porcentaje de área basal; V: Volumen bruto (m ³ /ha); dmc: Diámetro Medio Cuadrático (cm).	49
Cuadro N° 24: Resumen información inventario Parcela 10. N: Número de árboles; G: Área basal (m ² /ha); G (%): Porcentaje de área basal; V: Volumen bruto (m ³ /ha); dmc: Diámetro Medio Cuadrático (cm).	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Ubicación del área de estudio.	5
Figura N° 2: Mapa de pendientes del Predio de Pidenco Alto.....	7
Figura N° 3: Ubicación del rodal y las cinco parcelas muestreadas para el plan de manejo. 9	
Figura N° 4: Comparación del total de individuos cosechados y remanentes en el rodal R-13, según clases diamétricas. En paréntesis sobre las columnas, el valor porcentual cosechado de cada clase diamétrica.	19
Figura N° 5: Mapa con la distribución de los tocones censados en el rodal R-13 cosechado.	20
Figura N° 6: Frecuencia por clase diamétrica de las especies de interés forestal cosechadas en el rodal R-13. En paréntesis adyacente, porcentaje cosechado en Nha y Gha respectivamente, de cada especie.	21
Figura N° 7: Densidad de especies en individuos por hectárea antes y después de la cosecha. Se presenta sobre las columnas el porcentaje de la presencia de cada especie antes y después de la cosecha realizada.	23
Figura N° 8: Proyección del Nha y Vha del rodal residual. A) Año 0 (2014); B) Año 10 (2024); C) Año 20 (2034).	25
Figura N°9: Perfiles de vegetación de la parcela 1, previo a la ejecución del plan de manejo forestal.....	39
Figura N°10: Perfiles de vegetación de la parcela 2, previo a la ejecución del plan de manejo forestal.....	41
Figura N° 11: Perfiles de vegetación de la parcela 3, previo a la ejecución del plan de manejo forestal.....	42
Figura N° 12: Perfiles de vegetación de la parcela 4, previo a la ejecución del plan de manejo forestal.....	43
Figura N° 13: Perfiles de vegetación de la parcela 5, previo a la ejecución del plan de manejo forestal.....	44
Figura N° 14: Perfiles de vegetación de la parcela 6, previo a la ejecución del plan de manejo forestal.....	45
Figura N° 15: Perfiles de vegetación de la parcela 7, previo a la ejecución del plan de manejo forestal.....	46

Figura N° 16: Perfiles de vegetación de la parcela 8, previo a la ejecución del plan de manejo forestal. 47

Figura N° 17: Perfiles de vegetación de la parcela 9, previo a la ejecución del plan de manejo forestal. 48

Figura N° 18: Perfiles de vegetación de la parcela 10, previo a la ejecución del plan de manejo forestal. 50

EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE UN PLAN DE MANEJO DE BOSQUE NATIVO EN LA COMUNA DE CURACAUTÍN, REGIÓN DE LA ARAUCANÍA

RESUMEN

El plan de manejo forestal es un instrumento importante para el fomento forestal en Chile, el cual regula el aprovechamiento sustentable de los bosques, sus proyecciones y a la vez tiene amplias repercusiones en la economía de muchos propietarios forestales. En su aplicación, es fiscalizado por la Corporación Nacional Forestal, de acuerdo con la legislación forestal vigente en el país y presenta objetivos claros para definir el tipo de intervención que se realizará en un rodal. Sin embargo, es un instrumento que lleva vigente más de 40 años y no ha sido evaluado en cuanto a la sustentabilidad del manejo que aplica a los bosques y en su aporte al sector forestal y a la economía de los propietarios.

Con el fin de analizar la aplicación del plan de manejo, mediante un estudio de caso en un rodal de 24,7 hectáreas sometido a un Plan de Manejo Forestal, se evalúa el cumplimiento de actividades propuestas en este instrumento de fomento, el impacto sobre el bosque y la economía de los propietarios. La idea central es evaluar lo que se definió en él y lo que realmente se realizó en el rodal mediante la correspondiente intervención. Para esto se levantaron 10 parcelas de inventario de 1/10 hectárea, distribuidas aleatoriamente y se realizó un censo de tocones. Como parámetros de comparación se usó el número de árboles, área basal, volumen bruto y diámetro medio cuadrático del rodal. Para evaluar la tendencia y estado del bosque a futuro en cuanto a las especies de interés y su participación en rodal después de la intervención, se realizó una proyección de la tabla de rodal residual para un horizonte de 20 años. Además, se calcularon ingresos reales de la cosecha realizada para los propietarios del predio, de manera de compararlos con el estimado inicialmente a partir de los antecedentes del plan de manejo presentado.

Los resultados indican que no se cumplió con lo planificado, ya que las actividades no fueron realizadas y no se ejecutaron como se especificaron en el plan de manejo. Esto debido a que, se extrajo menos volumen del planificado y no se realizó la plantación suplementaria estipulada. Esto impactó directamente en la proyección realizada, porque a pesar de que el rodal recupera a los 15 años lo extraído (considerando todas las variables), este tiende a un envejecimiento y no a una renovación de individuos, mediante su regeneración de manera de asegurar la sustentabilidad. Por otra parte, como lo extraído fue menor a lo estimado en el plan de manejo, los ingresos obtenidos por los propietarios fueron también inferiores.

Se concluye la importancia del cumplimiento de las actividades propuestas y del establecimiento de la regeneración para la sustentabilidad del rodal, tanto para mantener el recurso, así como también para no afectar negativamente en su composición y estructura a futuro. De esta manera es un desafío para el sector hacer hincapié en la correcta aplicación de los planes de manejo, de forma que se evite el deterioro del recurso forestal.

Palabras clave: plan de manejo, legislación forestal, variables de rodal, sustentabilidad.

EVALUATION OF THE APPLICATION OF A NATIVE FOREST MANAGEMENT PLAN IN THE COMUNA DE CURACAUTÍN, REGIÓN DE LA ARAUCANÍA

ABSTRACT

The forest management plan is an important instrument of forestry development in Chile, it's directly connected with the forest projection and, at the same time is connected to the economy of many families. The Corporación Nacional Forestal supervised, becoming part of the country's legislation and it has clear objectives when defining the type of intervention to be carried out in a stand. However, it is an instrument that's been working around forty years ago and has not been evaluated in terms of the sustainability of the management applied to forests and its contribution to the forestry sectors, as well as to the forests and the owners' economy.

With the purpose to know how the management plan is working through a case study in a stand of 24.7 hectares subject to a Forest Management Plan, the compliance of activities proposed in this forest instrument, the impact on the forest and the economy of the owners. The central idea was to evaluate what was defined in it and what was done in the stand through the corresponding intervention. It's considered to raise ten random plots in the stand of a surface of 1/10 hectare and to carry out a census. The number of trees, basal area, gross volume and average square diameter of the stand were used as comparison parameters. To evaluate the trend and future status of the forest in terms of the species of interest and their participation in the stand after the intervention, a projection of the residual stand table was made for a horizon of twenty years. In addition, the calculation of the income generated by the new harvest is made based on a comparison of what is the Management Plan presented.

The evaluation determines that the compliance of the activities didn't carry out and they were not executed as specified in the management plan. Because the quantity extracted was not the estimated and the supplementary planting stipulated in it was not carried out. These two things have a direct impact on the projection made because even though the stand recovers at ten years of the extraction (considering all the variables), it tends towards aging and not renewing individuals, through its regeneration in order to ensure sustainability. On the other hand, since the extracted is less than estimated in the Plan Management, the income obtained by the owners is also lower.

It is concluded, the importance of the fulfillment of activities and the regeneration of individuals in the sustainability of forests, both to maintain the resource and not to have a negatively affect its composition and structure in the future. In this way, it is a challenge for the sector to be able to emphasize the good application of the management plans, to avoid deterioration of the forest resource.

Key words: management plan, forest legislation, stands variables, sustainability.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente en el país existe la institucionalidad y una legislación para el aporte al desarrollo y fomento forestal del bosque nativo, expresándose principalmente en la existencia de la Corporación Nacional Forestal (CONAF) y la Ley de Recuperación de Bosque Nativo y Fomento Forestal N°20.283, ambos con objetivos claros en la protección, recuperación, manejo y mejoramiento de bosques nativos en el país. Esta ley funciona como el instrumento vigente de gestión, en el cual se planifica el uso del bosque y de esta forma se pretende conservar y aprovechar de manera eficiente y sustentable este recurso.

La institucionalidad forestal a partir de la década del 60' y en particular en el Gobierno de Eduardo Frei Montalva comienza a extenderse, con la creación oficial del Instituto Forestal de Chile (INFOR), la División Forestal del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) y la Administración de Parques Nacionales y Reservas Forestales (APARFO) dependiente del Ministerio de Agricultura (MINAGRI). Por otra parte, la Corporación de la Reforma Agraria (CORA) creó el Departamento Forestal, entre otras iniciativas forestales de aquellos años. En la década del 70' en el Gobierno de Salvador Allende, se crea la CONAF, que busca integrar todas las áreas del sector forestal en una sola institución. De esta forma unifica importantes labores en ámbitos de incendios forestales, plantaciones, bosque nativo y áreas silvestres protegidas. Posteriormente, en el Gobierno Militar se continuó con las políticas forestales con la promulgación del DL.701 de Fomento Forestal y a la vez creando un concreto instrumento para la regulación de la actividad forestal, aplicado tanto en plantaciones exóticas como el manejo de los bosques nativos: el Plan de Manejo Forestal (Meza, 2008).

En este contexto, CONAF es la entidad encargada de administrar y fiscalizar el cumplimiento de la ley de Bosque Nativo. Es a través de un Plan de Manejo Forestal donde se detalla información relevante y pertinente relacionada con la descripción del predio y el uso que tendrá el bosque en éste, en un determinado período de tiempo, considerando la aplicación de técnicas silviculturales y normativas legales vigentes. Este documento debe ser aprobado por CONAF, quien cumple el rol de evaluador y fiscalizador de esta planificación en el aprovechamiento del bosque nativo (MINAGRI, 2008). El Plan de Manejo Forestal es de mucha importancia para el sector forestal y sus políticas nacionales, ya que, corresponde al principal instrumento de la política forestal y lleva vigente aproximadamente 44 años. Su aplicación significa que nadie puede hacer uso de un bosque nativo en Chile sin tener previamente este documento autorizado por CONAF, exponiéndose a multas, por lo que su estudio y evaluación es sumamente necesario.

Luego de más de 40 años de funcionamiento de esta institucionalidad y legislación forestal, aparentemente no se ha realizado ningún seguimiento sistemático del funcionamiento de un Plan de Manejo Forestal y su efectividad, apuntando a importantes indicadores como deforestación y degradación de los bosques chilenos. Tampoco se han realizado actualizaciones profundas para una mejora en su aplicabilidad, por lo que se cree necesario realizar dicha evaluación.

Comunas como Curacautín en la Región de la Araucanía, poseen una larga tradición de desarrollo forestal de bosque nativo, sin embargo, en la actualidad este no es un recurso

utilizado mayormente y que genere dividendos positivos a sus habitantes (Paillacheo, 2009). Esta comuna tiene un 51% de su superficie cubierta por bosque nativo, con una gran presencia del Tipo Forestal Roble-Raulí-Coigüe (Donoso, 1981). Si a esto se suma la superficie con matorral (9%) y plantaciones (3%), se llega a un 63% de la superficie comunal cubierta con bosques o matorrales, de esto se desprende la aptitud forestal de la comuna Curacautín (Municipalidad de Curacautín, 2010).

El Tipo Forestal Roble-Raulí-Coigüe representa el 10,2% del total de superficie de bosque nativo a nivel nacional, es decir 1.468.476 ha, de las cuales 459.110 ha corresponden a la Región de la Araucanía (CONAF, 2011).

Además, el manejo a través de la ley de Recuperación de Bosque Nativo (N° 20.283) se considera una importante herramienta de desarrollo local e incentivo al trabajo en el bosque. Esto debido a que, a través de esta se establece un sistema de entrega de incentivos, cuando se trata de actividades consideradas bonificables como aquellas que favorezcan la regeneración, recuperación o protección de bosques de preservación, las actividades silvícolas orientadas a la obtención de Productos Forestales no Madereros (PFNM), así como también las actividades silvícolas orientadas a la obtención de Productos Forestales Madereros (PFM).

Por otro lado, según el Artículo 5 de esta Ley, toda acción de corta de bosque nativo, cualquiera sea el tipo de terreno en que éste se encuentre, deberá hacerse previo plan de manejo aprobado por la Corporación y, además deberá cumplir, con lo prescrito en el decreto ley N°701 de 1974 (MINAGRI, 2008).

De esta forma se especifica en el Reglamento técnico del D.L N°701 que, el Tipo Forestal roble, raulí, coigüe puede ser intervenido a través de:

- Método de corta por árbol semillero, donde deberá dejarse como mínimo 10 árboles semilleros por hectárea que permanecerán en pie hasta la fecha en que se establezcan naturalmente, a lo menos, 3.000 plantas por hectárea, de la misma especie, homogéneamente distribuidas.
- Método de corta de protección, donde se establecerán naturalmente 3.000 plántulas por hectárea como mínimo de las mismas especies cortadas del tipo homogéneamente distribuidas.
- Método de corta selectiva, donde solamente podrá extraerse hasta el 35% del área basal del rodal, debiendo establecerse naturalmente como mínimo 10 plantas de la misma especie por cada individuo cortado, o 3.000 plantas por hectárea del tipo correspondiente, en ambos casos homogéneamente distribuidos (MINAGRI, 1980).

Desde el 2010 se excluye como método de corta la tala rasa, debido a las exigencias establecidas en el Art. 8° del D.S. N°82, del MINAGRI.

Se asume que el plan de manejo funciona y cumple su objetivo basado en la normativa técnico-legal vigente. Sin embargo, en la práctica no existe ninguna evaluación de cómo

este instrumento aporta a la conservación del recurso, o si significa un deterioro, o si realmente se ajusta a la realidad estructural y ecológica del bosque a intervenir, o da cuenta de cómo queda el bosque residual (en qué estado). Por otra parte, no se evalúa si las actividades logran cumplirse en los plazos establecidos, o si los antecedentes dasométricos presentados en el plan de manejo, constituyen un predictor de lo que sucederá con la sustentabilidad del bosque manejado.

El sector forestal del país tiene el desafío de generar políticas a largo plazo, asumiendo la responsabilidad y rol social, tanto a nivel institucional público / privado, como también las academias y escuelas de la carrera que están en constante innovación y buscan educar profesionales capaces de desenvolverse en el mercado con mejores herramientas. Actualmente no se evalúa si la legislación responde a los intereses forestales del país, considerando la valoración de los bosques y la relación con los propietarios, por lo que se presenta como deuda el poder presentar el recurso forestal nativo como algo rentable y como una alternativa de desarrollo productivo, es decir, es necesario darle una valorización social, ambiental y económica al recurso.

De acuerdo con lo anterior, la presente Memoria de Título busca, a través de un estudio de caso, evaluar la ejecución de un plan de manejo realizado para un predio en la Comuna de Curacautín analizando el nivel de cumplimiento de las actividades programadas. Además, busca evaluar el estado del bosque una vez aplicadas las intervenciones prescritas en este plan de manejo. Finalmente, tiene por objeto realizar un análisis de los ingresos obtenidos de la intervención efectuada en este bosque.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- Evaluar la aplicación de un plan de manejo en un rodal de roble, raulí y coigüe de la Comuna de Curacautín.

2.2 Objetivos específicos

- Evaluar la aplicación de las actividades silviculturales estipuladas en el plan de manejo predial.
- Caracterizar la estructura y potencial productivo del rodal después de la intervención.
- Analizar los ingresos obtenidos por los propietarios de la comunidad, luego de la aplicación del plan de manejo.

3. MATERIAL Y MÉTODO

3.1 Material

3.1.1 Área de estudio

El estudio se realizó en un bosque nativo del Tipo Forestal roble, raulí y coigüe, ubicado en el predio “Pidenco Alto” a 9 km al norte de la ciudad de Curacautín, camino al Parque Nacional Tolhuaca (Figura N°1), en las inmediaciones del cruce a Los Nogales (Peña, 2013). Administrativamente, el área de estudio se ubica en la Comuna de Curacautín, Provincia de Malleco, Región de la Araucanía.

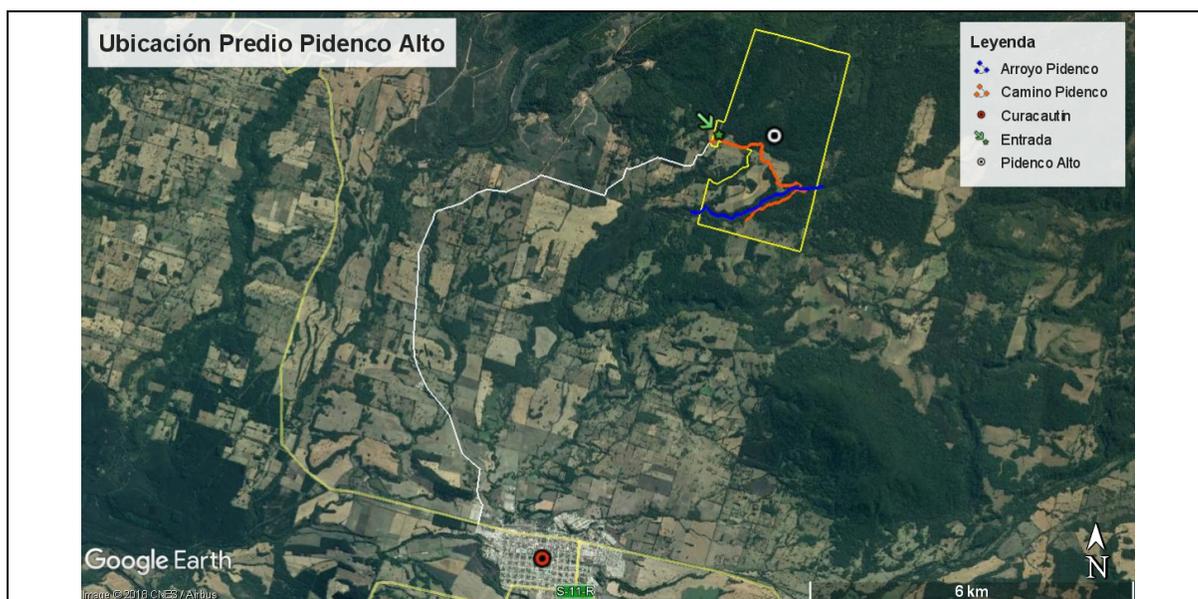


Figura N° 1: Ubicación del área de estudio en el predio “Pidenco Alto”, en las inmediaciones de la ciudad de Curacautín. Fuente: Imagen Google Earth.

El predio de 671,1 hectáreas de extensión fue comprado con el fondo de Tierras de la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI) y asignado a la Comunidad Indígena Ignacio Trecaño, el año 2012. Se trata de un predio eminentemente forestal, ya que el 70% de la superficie está cubierta de bosque nativo.

La Comunidad conformada por 39 familias es originaria de la costa de la localidad de Punta de Rieles, cerca de la desembocadura del río Tolén, en la Comuna de Teodoro Schmidt, de la Región de la Araucanía. Se trata de una Comunidad de agricultores dedicada principalmente al cultivo y venta de la papa, actividad propia de la costa de la región, por lo que no se trata de familias que hayan desarrollado una cultura forestal.

Una vez recibido el predio asignado lo dividieron en 78 goces individuales, 39 de carácter agropecuario de aproximadamente 4,5 hectáreas y 39 de 12 hectáreas cubiertas en un 100% de bosque nativo. Cabe hacer notar, que la superficie de carácter agropecuario también tiene bosque nativo, del Tipo Forestal coigüe, raulí y roble.

El año 2013 el predio fue incluido en un programa de asistencia forestal que llevó a cabo CONADI en conjunto con CONAF. El programa incluía la elaboración y tramitación de un Plan de Manejo Forestal, así como la asistencia técnica en su ejecución. La condición de este programa era que el bosque nativo fuera manejado por la Comunidad, por lo que temporalmente se abandonó la idea de dividir el bosque nativo en goces individuales, para pasarlo a una gestión comunitaria. De esta manera el plan de manejo forestal fue elaborado por un equipo profesional contratado por CONADI, con la supervisión de un profesional de CONAF Curacautín, en el cual se consideraron tres rodales de 24,7, 21,7 y 32,7 hectáreas respectivamente.

Clima: El predio se caracteriza por tener un clima Templado Frío–Lluvioso con Influencia Mediterránea, ocupando las laderas andinas. Recibe anualmente un monto de precipitaciones que oscila entre 2.000 y 3.000 mm, las que se concentran en invierno, donde también se registran nevazones que pueden durar una semana (INE, 2007).

Las temperaturas medias en el área de estudio fluctúan entre 17,2°C en enero y 7,6°C en julio con una media anual de alrededor de 12°C. La mayor limitación climática en la zona es la presencia de escarchas, comunes entre los meses de abril y septiembre, las que pueden ocurrir también en los meses de noviembre y marzo (INE, 2007).

Relieve: El relieve del sector donde se ubica el predio Pidenco es el resultado de los efectos combinados de fenómenos erosivos y acumulativos de origen glacial, volcánico y fluvial (Municipalidad Curacautín, 2013). El predio se ubica en la precordillera andina, a unos 750m.s.n.m, en un paisaje de colinas y lomajes de pendientes suaves, aunque no planas, donde solo las laderas del arroyo Pidenco, que atraviesa el predio de este a oeste, presentan pendientes más fuertes. El predio está íntegramente incluido en la cuenca del arroyo Pidenco, que a su vez es afluente del Amantible, tributario del Río Cautín. La presencia del arroyo de Pidenco obliga a definir límites de 3km de distancia como área de protección con respecto a la explotación de bosque (Municipalidad Curacautín, 2013).

Suelo: El predio presenta suelos caracterizados como trumao, de origen de cenizas volcánicas, sin presencia de erosión, de buena fertilidad y profundo. Asimismo, presenta una pendiente que no sobrepasa mayoritariamente el 30% como se observa en la Figura N°2 (Peña, 2013).

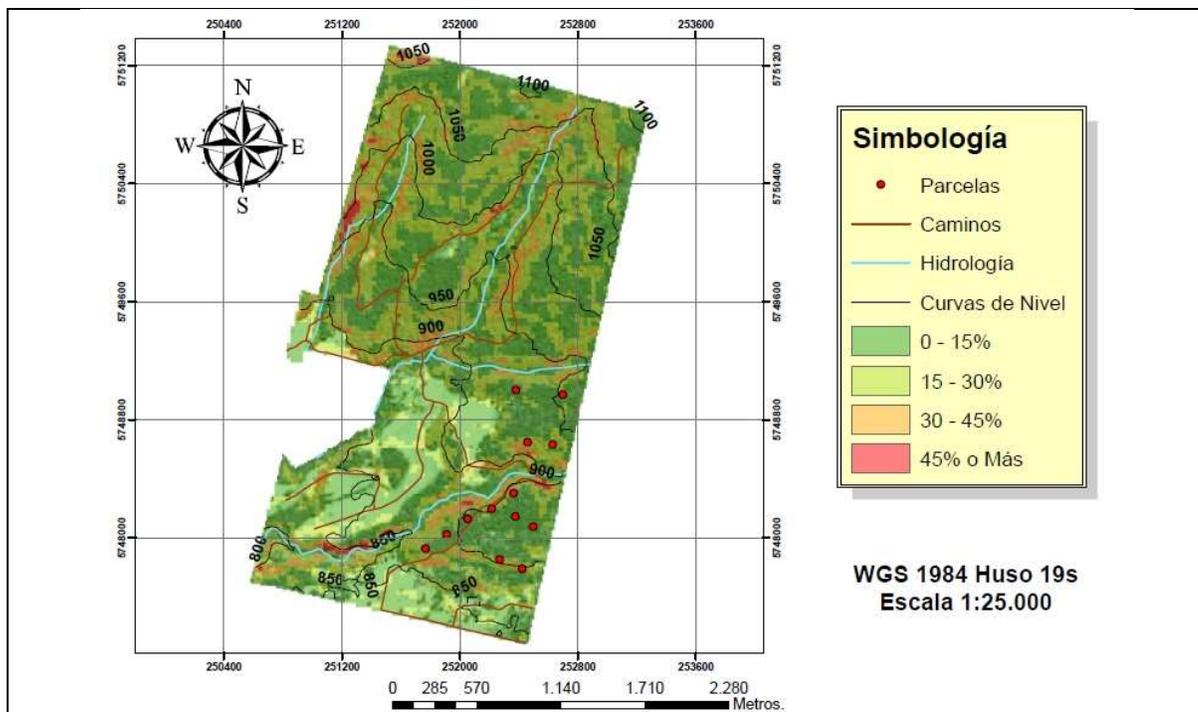


Figura N° 2: Mapa de pendientes del Predio de Pidenco Alto.

Vegetación: El Sector Pidenco, donde se encuentra el área de estudio, se caracteriza por sus bosques deciduos de raulí y roble, en conjunto con la especie siempreverde coigüe, correspondiente a la subregión ecológica del Bosque Caducifolio Mixto de la Cordillera de los Andes (Gajardo, 1994). Se encuentra distribuido en un estrecho piso altitudinal de la Cordillera de los Andes y responde a una situación ambiental más húmeda y fría, con numerosas penetraciones de elementos florísticos laurifolios. Se considera mixto además por la presencia de especies de hojas perennes que a veces llegan a dominar el dosel superior (Gajardo, 1994).

Este bosque alcanza más de 30 metros de altura en pleno desarrollo, presenta un dosel alto relativamente denso, caracterizado por la presencia de raulí, roble y coigüe. Luego posee un dosel de árboles siempreverdes de alrededor de 20 metros de altura, compuesto principalmente por tepa y olivillo. A veces se presenta un tercer dosel de árboles más pequeños, de 10 metros de altura, con avellano (*Gevuina avellana*), trevo (*Dasyphyllum diacanthoides*) y arrayán macho (*Rhaphithamnus spinosus*). Presenta un sotobosque de entre 4 y 6 metros de altura, denso y compuesto principalmente por quila (*Chusquea quila*), lumilla (*Myrceugenia chrysocarpa*) y, en los sectores más degradados, lloime (*Ovidia pillopillo*) y zarzamora (*Rubus ulmifolius*) (Gajardo, 1994).

3.1.2 Plan de Manejo Forestal evaluado

3.1.2.1 Rodal de estudio

El plan de manejo forestal evaluado es el Número 000/111-117/2013, ingresado a CONAF con fecha 05 de agosto del año 2013 y aprobado el día 25 del mismo mes y año.

El plan de manejo abarcó 79,1 de las 500 hectáreas de bosques del predio, en tres rodales colindantes de iguales características, R-13, R-14 y R-15, solo diferenciados por el año de ejecución de la intervención. El rodal de estudio y evaluado, correspondió a la unidad denominada R-13, con una superficie de 24,7 ha, el cual contaba con un bosque en estado de desarrollo fustal grueso, con una estructura de monte alto, es decir, donde se pueden identificar uno o dos estratos y un sotobosque denso.

De acuerdo al plan de manejo, se trató de un rodal adulto del Tipo Forestal roble-raulí-coigüe, con 288 árboles por hectárea con un área basal de 52m²/ha, un volumen cúbico de 444m³/ha y diámetro medio cuadrático (dmc) de 48 centímetros (Peña, 2013).

El plan de manejo forestal consideraba una corta de cosecha por el Método de Protección, el cual tenía por objeto la cosecha para la obtención de trozos aserrables, para su posterior renovación por regeneración natural y plantación suplementaria de 330 plantas de raulí por hectárea, esto debido a que la regeneración de coigüe ya estaba preinstalada en la mayor parte del rodal, no así la de raulí. De esta manera quedaba un bosque residual como dosel de protección con 189 árboles por hectárea con un área basal de 26 m²/ha, después de cosechar 99 árboles por hectárea, con un volumen de cosecha de 200m³/ha.

La plantación suplementaria fue postulada al literal maderero del Fondo Concursable de la Ley 20.283, del año 2013, el cual se caracteriza por la realización de actividades silviculturales destinadas a manejar y recuperar bosques nativos con fines de producción maderera. De esta manera, se otorgarían bonificaciones destinadas a contribuir al costo de dichas actividades. Esta bonificación alcanza hasta 10 UTM por hectárea (MINAGRI, 2008).

El objetivo de la Comunidad con este plan de manejo forestal fue generar la mayor cantidad de ingresos para sus integrantes. Debido a esto, con el plan de manejo ingresado a la CONAF, la Comunidad acordó un contrato con un empresario maderero de Curacautín, mediante el cual se vendió “en pie” la madera autorizada en este plan de manejo forestal, a un precio de \$ 2.200 la pulgada de raulí y a \$1.500 la de coigüe, roble y tepa.

El trozo comerciable fue de 12 pies de largo (3,6 metros), por lo que la madera que no cumplió con este largo se cortó a 2,5 metros y se apiló como metro ruma, con el nombre de “rollizo”, al que se le fijó un precio unitario de \$ 25.000 metro ruma. El resto del volumen se vendió como leña, para la cual se fijó un precio de \$ 1.500 el metro cubico estéreo. El empresario maderero entregó como “anticipo”, una suma de 10 millones de pesos, a la firma del contrato.

El maderero se hizo cargo de la intervención del bosque a través de la selección y marcación de los individuos a cosechar. Por lo tanto, fue uno de los principales actores responsable de la ejecución del plan de manejo forestal. Una vez arrumados los trozos aserrables en una cancha, se numeraron y se midieron aplicando la regla de Donat (Souter, 2003). De esa manera, se estimaron las pulgadas potenciales que produciría cada trozo, y de esa forma a cada trozo cubicado se le asignó un valor total.

3.1.2.2 Elaboración del Plan de Manejo Forestal

Tanto para la elaboración del plan de manejo forestal, como para la estimación de los ingresos monetarios, los Ingenieros Forestales asesores realizaron un Inventario Forestal, sobre la base de información dasométrica recabada en cinco parcelas muestreadas (Figura N°3) de 50 metros por 20 metros (equivalente a 0,1 ha), distribuidas en forma sistemática en el rodal.

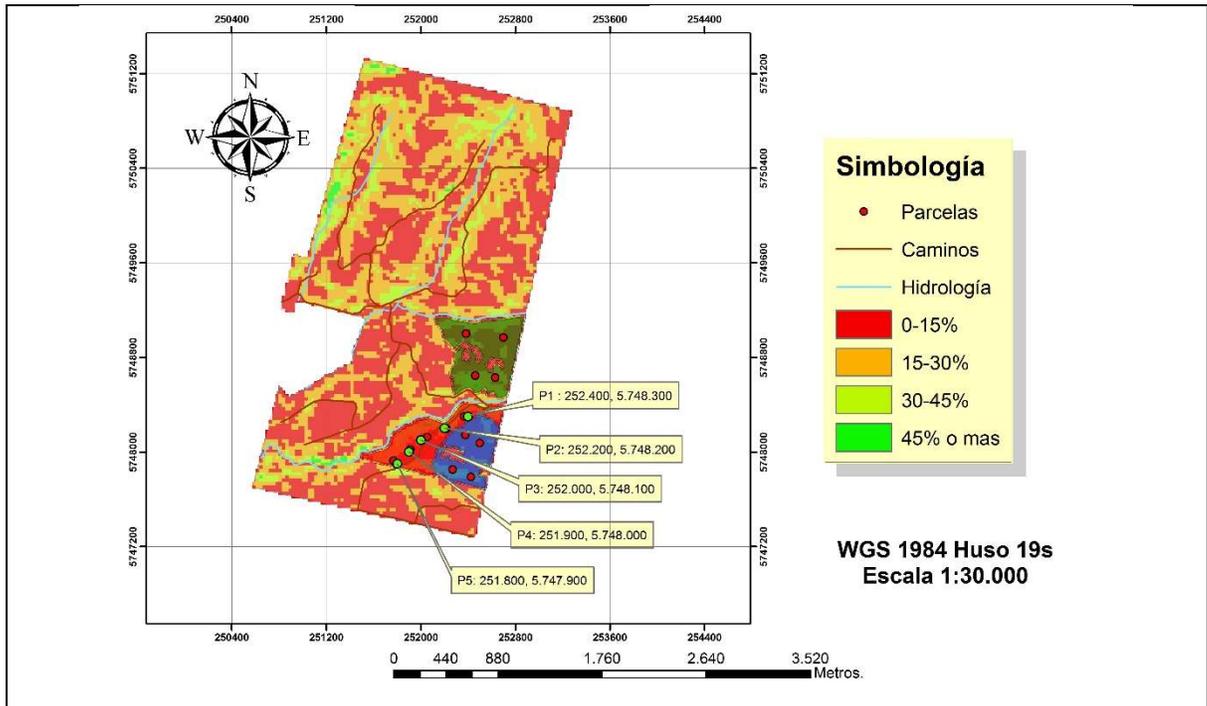


Figura N° 3: Ubicación de las cinco parcelas muestreadas para el plan de manejo.

En estas parcelas, se identificaron las especies de interés forestal y midieron los diámetros a la altura del pecho (DAP) a todos los individuos mayores a 6 cm de DAP. Además, se registraron las coordenadas de cada árbol medido al interior de cada parcela, considerando el largo de 50m y el ancho de 20m de la parcela, como los ejes X e Y respectivamente, a modo de obtener la distribución horizontal de los árboles.

Las coordenadas en UTM de las parcelas seleccionadas aleatoriamente se detallan en el Cuadro N°1.

Cuadro N°1: Coordenadas de ubicación las parcelas utilizadas en la elaboración del plan de manejo. Zona 19H.

Parcela N°		1	2	3	4	5
Coordenadas	S	5748300	5748200	5748100	5748000	5747900
UTM	W	252400	252200	252000	251900	251800

Se calculó a través de las parcelas medidas, el número de árboles por hectárea (Nha), el área basal por hectárea (Gha), el volumen por individuo y el volumen total, el diámetro medio cuadrático (dmc), tanto por especie como para el total. Para estimar el promedio por hectárea de estas variables de estado del rodal (a excepción del dmc), se sumaron los valores de las cinco parcelas y se multiplicó el resultado por dos.

De este modo se llegó a la siguiente información (Cuadro N°2) que resume el rodal inicial, residual y la extracción:

Cuadro N° 2: Variables de estado del rodal inicial, residual, cosecha y % de extracción, según especie en el predio Pidenco. Nha: Número de árboles por hectárea; Gha: Área basal (m²/ha); Vha: Volumen bruto (m³/ha); dmc: Diámetro Medio Cuadrático (cm); Vas: Volumen aserrable; Vle: Volumen de leña.

Rodal original						
	Nha	Gha	Vha	Vas	Vle	dmc
Coigüe	132	40,8	439	226	213	62,8
Raulí	60	12,9	113	61	52	52,2
Tepa	72	7,0	61	30	32	35,3
Otros	24	0,3	1	0	1	12,9
Total	288	61,0	614	316	298	51,9
Cosecha realizada						
	Nha	Gha	Vha	Vas	Vle	dmc
Coigüe	50	19,0	200	130	71	69,6
Raulí	38	9,4	82	45	37	56,0
Tepa	12	1,9	16	8	9	44,7
Otros	0	0,0	0	0	0	0
Total	100	30,3	299	182	117	62,1
Rodal residual						
	Nha	Gha	Vha	Vas	Vle	dmc
Coigüe	82	21,8	233	139	95	58,2
Raulí	22	3,5	30	15	15	45,0
Tepa	60	5,1	45	20	25	33,0
Otros	24	0,3	1	0	1	0
Total	188	30,8	310	174	136	45,7
% extraído de cosecha						
	Nha	Gha	Vha	Vas	Vle	dmc
Coigüe	38	47	46	57	33	7,3
Raulí	63	73	73	75	71	13,8
Tepa	17	27	27	25	28	6,5
Otros	0	0	0	0	0	0,0
Total	35	50	49	58	39	11,9

La intensidad de intervención del bosque se calculó para cada parcela, con los datos de distribución horizontal, de calidad e identificación de las especies, de manera que, para cada una hubo una “parcela residual” y un “extraído” de la cosecha realizada.

La modelación de las intervenciones silviculturales se hizo en cada parcela sobre los datos de terreno, no sobre una tabla de rodal promedio.

Además, se realizó una estimación de los ingresos del bosque (Cuadro N°3), para uso y conocimiento de la Comunidad, la cual se generó a partir de la tabla anterior y consideró los valores de mercado para cada especie al momento de la cosecha (año 2014), los cuales fueron por pulgada maderera, \$2.200 para raulí, \$1.500 coigüe y \$1.500 tepa, además el valor de la leña por metro cúbico estéreo que alcanzó los \$1.500.

Cuadro N° 3: Cálculo de los volúmenes por producto (pulgada maderera y m³) y los ingresos obtenidos a partir de los productos a extraer en el rodal (en M\$).

Especie	Producto				Ingresos		
	Madera aserrada		Leña		Madera aserrada	Leña	Total
	(pulgada maderera)	(pulgada maderera / ha)	(m ³)	(m ³ /ha)	(M\$)	(M\$)	(M\$)
Coigüe	28.801	1.166	3.008	122	43,202	4,512	47,714
Raulí	13.850	561	1.577	64	30,470	2,366	32,836
Roble	2.580	104	379	15	3,870	0,569	4,439
Total	45.231	1.831	4.964	201	77,542	7,447	84,989

De este modo se estimó para este rodal de 24,7 hectáreas, con una intervención media del 50% del área basal, una producción de 45.231 pulgadas de madera y de 4.960m³ de leña, por un valor total de \$ 85 millones. Es decir, por hectárea un total de \$ 3,2 millones.

Una empresa maderera local realizó la faena de volteo del raulí en el mes de agosto del año 2013. La faena se suspendió en el mes de septiembre y en octubre se continuó con el trozado y madereo del raulí volteado en agosto, las que duraron hasta enero del 2014. En noviembre se comenzó la faena de volteo, trozado y madereo del coigüe, la que se prolongó hasta el mes de abril del 2014. A partir de diciembre del mismo año comenzó la faena de carguío y transporte de los trozos desde el predio Pidenco, hasta las instalaciones industriales de la empresa maderera Víctor Cerda en la ciudad de Curacautín.

3.2 Método

3.2.1 Evaluación del cumplimiento de las actividades silvícolas propuestas en el Plan de Manejo

Durante el año 2014, se evaluó el cumplimiento de las actividades silvícolas propuestas en el plan de manejo para el predio Pidenco, previa revisión de los antecedentes dasométricos y cartográficos contenidos en este y posteriormente a la intervención prescrita para el rodal. Para la evaluación del cumplimiento de las actividades silvícolas propuestas se realizaron tres evaluaciones sobre el plan de manejo y su ejecución.

Primero, se evaluó la calidad del plan de manejo forestal, posteriormente el estado del bosque residual luego de la ejecución del plan de manejo y, finalmente, se verificó si la

producción obtenida estaba acorde con las estimaciones de producción del plan de manejo forestal.

Evaluación de Plan de Manejo

Se levantaron 10 parcelas de inventarios sobre el bosque residual, una vez terminadas las faenas de volteo, maderero y una vez que las trozas fueron extraídas del bosque. Entre estas parcelas se incluyeron las cinco parcelas originales, para determinar la calidad de la información con que se elaboró el plan de manejo. De forma adicional, se realizaron en terreno cinco parcelas de monitoreo con puntos iniciales aleatorios y con igual orientación (Cuadro N°4).

Cuadro N° 4: Coordenadas de ubicación de las parcelas de monitoreo utilizadas para la evaluación del cumplimiento de las actividades silvícolas. Zona 19H.

Parcela N°		6	7	8	9	10
Coordenadas	Norte	5747900	5748000	5748100	5748200	5748300
UTM	Abscisa	252000	252100	252100	252100	252300

Al tener las cinco parcelas originales, más las cinco de monitoreo, se pudo discriminar entre errores del plan de manejo y errores en la ejecución de éste.

Las parcelas fueron de forma rectangular y con una superficie de 1.000m² (50 x 20m), esto último considerando la irregularidad del terreno y la heterogeneidad del bosque existente con respecto a su composición. En cada parcela se midieron en los árboles residuales las siguientes variables:

- Diámetro a la Altura del Pecho (DAP), en cm.
- Diámetro de los tocones (DAT) en cm, de los árboles volteados.
- Altura de los árboles (H) en m. Estas se estimaron a través de las siguientes funciones [1] para las distintas especies arbóreas del bosque (Marcoleta, 2005).

$$\text{Raulí: } H = (31,6 - 253,01 * 1 / (DAP + 10))$$

$$\text{Coigüe: } H = (31,6 - 253,01 * 1 / (DAP + 10))$$

$$\text{Roble: } H = 1 / (0,0217326 + (0,794063 / DAP)) \quad [1]$$

Dónde:

H: Altura en m; DAP: Diámetro a la altura del pecho (cm) (Marcoleta, 2005).

- Volumen en bruto (V) en m³. Estas se estimaron a través de las siguientes funciones [2] para las distintas especies arbóreas del bosque y fueron obtenidas del plan de manejo (Peña, 2013).

$$\text{Raulí: } V = 0,00762 + 0,000028017 * DAP * 2 * H$$

$$\begin{aligned} \text{Coigüe: } V &= -0,00184197 + 0,000031492 * DAP^2 * H \\ \text{Roble: } V &= -0,0000729 + 0,00003146 * (DAP^2) * H \end{aligned} \quad [2]$$

Dónde:

V: Volumen en m³; DAP: Diámetro a la altura del pecho (cm); H: Altura en m (Drake, 2003).

Además, se midieron el DAT y el DAP en cm, de una muestra de 100 árboles (40 raulíes, 30 robles y 30 coigües) recientemente volteados en el mismo predio, con los cuales se determinó una relación entre ambas variables (Cuadro N°5), lo que permitió estimar los DAP de cualquier DAT medidos posteriormente en árboles ya volteados. Se promedió la relación de estas variables con todas las de la misma especie obteniéndose los siguientes factores para cada una:

Cuadro N° 5: Factor de la relación de DAP/DAT para cada especie de interés.

Especie	Factor DAP/DAT	Desviación estándar
Raulí	0,88	0,07
Coigüe	0,89	0,07
Roble	0,86	0,08

A partir de esta información se calculó el número de árboles por hectárea (N/ha), Área basal (m²/ha), Volumen bruto (m³/ha) y Diámetro Medio Cuadrático (cm), y se comparó con lo estimado en el plan de manejo. Así mismo se midió el número de tocones por hectárea (N/ha), y se calculó con ellos, el Área basal (m²/ha) y Volumen (m³/ha) extraídos y se comparó la variación del Diámetro Medio Cuadrático con la estimada en el plan de manejo. También, se asignó a cada árbol medido coordenadas X e Y, con respecto a su distribución en la parcela, considerando el largo de 50m y el ancho de 20m de esta. Posteriormente se levantaron los perfiles vegetaciones de cada parcela utilizando el software “Stand Visualization System” (McGaughey, 1997).

Evaluación del bosque residual

Se realizó un censo de los tocones en las 24,7 hectáreas, para tener un dato objetivo y ajustado a la realidad sobre la intervención realizada, con el fin de contar exactamente cuántos y qué árboles fueron extraídos. Estos fueron ubicados con el GPS de manera de obtener un mapa de su distribución en el predio.

A partir de la medición de los tocones, se evaluó la intensidad de la cosecha y el estado del bosque residual. De esta forma se obtuvieron los valores de las variables de estado inicial y final del rodal, y se comparó con los valores predeterminados en el plan de manejo. Así fue posible determinar si las diferencias entre el plan de manejo y el resultado final eran producto de las especificaciones del plan de manejo, de una incorrecta aplicación de este, o una mezcla de ambas situaciones.

Evaluación de la producción real obtenida y su concordancia con las estimaciones del plan de manejo forestal

Para evaluar la producción real se utilizaron los datos de producción entregados por la empresa a cargo de la ejecución del plan de manejo forestal. A partir de la información recabada, se verificó la intensidad de la intervención, los tamaños de los individuos extraídos, las especies cosechadas, así como también la distribución y/o concentración de la cosecha sobre la superficie. Así, se evaluó si las actividades fueron ajustadas a lo estipulado en el plan de manejo.

3.2.2 Caracterización de la estructura y productividad potencial del rodal después de la intervención

A partir del inventario basado en las 10 parcelas medidas, se calcularon las variables dasométricas de densidad, área basal y volumen, así como la extracción y variación de la composición por especie, con el fin de diagnosticar el potencial productivo después de la intervención.

Se evaluó la calidad de los individuos remanentes posterior a la intervención, asignando un grado de daño a quienes tuvieran, con el fin de aislar aquellos individuos que eventualmente no prosperarán en 20 años. De esta forma se obtuvo un porcentaje de ajuste en el volumen estimado.

Para la proyección de la productividad del bosque se tuvieron en cuenta los siguientes supuestos:

- No se consideró el aumento de volumen por regeneración natural en el periodo. Esto basado a la ausencia de regeneración observada en terreno.
- No se consideró plantación suplementaria. Esto porque hasta la fecha, no se ha realizado dicha actividad.
- Se consideró que el número de árboles por hectárea se mantendrá constante en el periodo de la proyección. Esto debido a que los individuos en el rodal residual presentan una buena sanidad. No se consideró mortalidad durante el periodo.

Se utilizó información local de crecimiento de las especies de interés forestal para estimar el incremento en DAP. A partir de esta información se calculó la altura, el volumen y el área basal para distintos años. Con esta información se proyectó la tabla de rodal actual, el área basal y las existencias volumétricas según especie para 10 y 20 años en el futuro.

- Raulí: $I = 0,48\text{cm}$

Dónde:

I: Incremento de DAP en cm, por individuo y por año (Donoso, 1993).

- Coigüe: $I = 0,58\text{cm}$
- Roble: $I = 0,58\text{cm}$

- Tapa: $I = 0,58\text{cm}$

Dónde:

I: Incremento de DAP en cm, por individuo y por año (Paredes, 2007).

Se definen los individuos sobremaduros como aquellos con diámetro superior a 70 cm de DAP (Grosse, 2008). Para estos se consideró un incremento diametral diferenciado el cual no supera la mitad del incremento de individuos fustales. Esto debido a que la tasa de crecimiento de individuos en diferentes etapas de su desarrollo no es homogénea (Troncoso, 2004).

- $DAP > 70\text{ cm}$: $I = 0,2\text{cm}$

Dónde:

I: Incremento de DAP en cm, por individuo y por año (Troncoso, 2004).

Conociendo el volumen a los 20 años futuros, se calculó [3] el incremento periódico anual (IPA) que corresponde al incremento producido en un período de tiempo mayor a un año (Vaides, 2015).

$$IPA = \frac{V(2034) - V(2014)}{\text{Año}(2034) - \text{Año}(2014)} \quad [3]$$

Dónde:

V: Volumen en m^3 (Vaides, 2015).

Por otro lado, la tabla de rodal futura permitió establecer la existencia por especie, determinando la variación de los porcentajes de raulí, coigüe y roble, con respecto al rodal sin intervención.

Comparando estos datos con los del rodal previo a la intervención, se analizó si este, por efecto de la aplicación del plan de manejo, presentará en el futuro una estructura tal, que no signifique una degradación estructural y la pérdida de valor comercial del bosque.

3.2.3 Análisis de ingresos obtenidos

A los individuos de las especies de interés maderero cosechadas mayoritariamente (raulí y coigüe), se les midió para cada troza obtenida el diámetro menor y el largo de esta. Ambos datos fueron procesados a través de la Regla de Casimiro Donat [4], la cual se utiliza tradicionalmente en la zona, obteniéndose los valores de pulgadas madereras de madera aserrable.

$$\text{Regla de Casimiro Donat: } Vol. As = 0,00327249 \times d^2 \times L \text{ (Souter, 2003).} \quad [4]$$

Dónde:

Vol. As = Volumen aserrable en Pulgadas madereras

$d = \text{Diámetro menor de la troza en pulgadas}$

$L = \text{Largo de la troza en pies}$

Se registró una cantidad de trozas por especie y por largo, de coigüe y raulí (Cuadro N°6).

Cuadro N° 6: Cantidad de trozas por especie y por largo de trozas.

Especie	Largo de Troza (metros)											Total
	3,6	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Coigüe	129	25	50	51	39	7	17	8	2	4	3	335
Raulí	250	48	97	99	76	14	33	15	4	8	6	649

A partir de las trozas obtenidas, se calcularon los ingresos aproximados una vez ejecutado el plan de manejo, teniendo como referencia el precio de la madera del mercado interno en la Comuna de Curacautín. Estos precios se ponderaron por los rendimientos obtenidos en la cosecha, expresados en m³ y pulgadas madereras por hectárea, para obtener el ingreso total de esta misma. Estos valores fueron extrapolados al total del área (24,7 hectáreas) bajo plan de manejo para obtener el ingreso total.

De esta forma se evaluó la producción obtenida en la ejecución de este Plan de Manejo Forestal y si finalmente la Comunidad obtuvo los ingresos esperados o no. Además, se analizó el porqué de las diferencias.

4. RESULTADOS

4.1 Evaluación del cumplimiento de las actividades silvícolas propuestas en el Plan de Manejo

4.1.1 Actividades a realizar propuestas por el Plan de Manejo

El plan de manejo propuso las siguientes actividades a ejecutar (Cuadro N°7):

Cuadro N° 7: Actividades de Corta de regeneración y reforestación propuestas por el plan de manejo para ser ejecutadas en los rodales bajo manejo en el predio (Peña, 2013).

Actividades de Corta de regeneración y reforestación		Parámetros de las Actividades de Corta de Regeneración	
<i>Métodos de corta de Regeneración</i>	<i>Sub Actividad</i>	<i>Observaciones a la actividad</i>	<i>Parámetro</i>
Método Corta de Protección	Corta de regeneración	Dejar al menos un 30% de la cobertura de copa. Además, realizar una Corta de árboles acompañantes para dejar un dosel protector conformado por los árboles padre.	DAP promedio de Cosecha 50 cm.
Reforestación	Por plantación suplementaria	Mediante regeneración natural y/o plantación suplementaria deberá asegurar un mínimo de 3000 plantas por ha.	Plantación: 660 Plantas / ha

No se especificó la especie a plantar. Tampoco se especificó la manera de alcanzar el mínimo de 3.000 plantas por hectárea, si sólo se propuso plantar 660 individuos para la misma superficie.

4.1.2 Cosecha de la Corta de protección propuesta por el Plan de Manejo

Los datos calculados y la intervención propuesta a partir de las parcelas realizadas se detallan a continuación (Cuadro N°8):

Cuadro N° 8: Variables de estado del rodal original, cosechado y residual, propuesta en el plan de manejo. ori: Rodal original; cos: cosecha realizada; res: rodal residual. Nha: Número de árboles por hectárea; Gha: Área basal (m²/ha); Vha: Volumen bruto (m³/ha); dmc: Diámetro Medio Cuadrático (cm), (Peña, 2013).

Especie	Nha			Gha			Dmc			Vha			Estado de desarrollo Inicial
	ori	cos	res	ori	cos	res	ori	Cos	res	ori	cos	res	
Coigüe -Raulí- Tepa – Roble	288	100	188	54,4	27,5	26,9	49	59	42	444	199	245	Fustal

4.1.3 Cosecha realizada según medición de parcelas y censo de tocones

Los resultados de las 10 parcelas medidas de 1.000m², se presentan en el Cuadro N°9.

Cuadro N° 9: Variables de estado según especie para el rodal original, la cosecha realizada y el rodal residual. Nha: Número de árboles por hectárea; Gha: Área basal (m²/ha); Vha: Volumen bruto (m³/ha); dmc: Diámetro Medio Cuadrático (cm). En paréntesis valor porcentual.

Especie	Nha	Gha	Vha	dmc
Rodal original				
Coigüe	92	30,8	354	64,6
Raulí	60	8,4	102	47,3
Roble	40	5,7	62	43,1
Tepa	41	4,0	46	36,4
Otros	69	0,7	3	11,2
Total	302	51,6	567	46,7
Cosecha realizada				
Coigüe	10	3,2	36	63,8
Raulí	12	3,4	35	60,9
Roble	11	1,6	18	43,4
Tepa	3	0,1	12	25,2
Otros	3	0,0	0	13,3
Total	39 (12,9)	8,5 (16,5)	91	52,7
Rodal residual				
Coigüe	82	27,6	317	65,5
Raulí	48	6,8	67	42,7
Roble	29	4,0	44	42,3
Tepa	38	3,9	44	36,2
Otros	66	0,6	3	11,4
Total	263 (87,1)	43,1 (83,5)	475	45,7

Se registró un total de 263 individuos en pie, con una alta presencia de coigüe y un total de 39 tocones (sin rebrotes) en las parcelas medidas. La cosecha se concentró principalmente en las especies raulí, coigüe y roble, de diámetro medio cuadráticos de 61cm, 64cm y 43cm respectivamente (Cuadro N°9).

El coigüe fue la especie que presentó la mayor variación en DAP, encontrándose individuos con diámetros superiores a 110cm y otros de menor diámetro (inferiores a 50cm). Raulí posee individuos desde los 30cm hasta algunos que presentan más de 80cm de DAP. Roble y la tepa no mostraron variaciones de diámetros en sus individuos.

Se apreció que el roble y el raulí fueron las especies que tuvieron una mayor intervención en cuanto a su cantidad por hectárea, considerando la cosecha completa del rodal.

El monto de área basal del rodal original se vio mayormente influenciado con el aporte de los individuos de coigüe, situación que no se modificó en el rodal residual una vez intervenido el bosque. Sin embargo, como se advirtió en el número de árboles por hectárea, la extracción de área basal del conjunto de individuos de coigüe fue incluso menor que la de raulí, a pesar de que las abundancias relativas eran diferentes (Cuadro N°9). De esta forma, se extrajo un 10,38% del área basal de la especie coigüe, un 28,58% del área basal de la especie roble, 3,69% de tepa y un 33,72% del área basal del raulí.

El volumen extraído se concentró principalmente en las especies coigüe y raulí, siendo menos significativo el volumen de tepa y roble, este último a pesar de ser extraído en cantidades similares (N° árboles/ha) a las de coigüe y raulí.

Respecto al diámetro medio cuadrático, se observó una significativa disminución de este en el caso del raulí (9,73%) respecto al del rodal original. Esto debido a que la extracción de los individuos de esta especie se concentró en aquellos con mayor DAP. En el caso del roble, también se produjo una disminución del diámetro medio cuadrático residual con respecto al original, esta fue solo del 1,86% (Cuadro N°9).

Para coigüe y tepa, el diámetro medio cuadrático de árboles cosechados y de los residuales es similar, por lo que la selección de los individuos fue más pareja y sin afectar mayormente el bosque en pie después de la intervención. El diámetro medio cuadrático residual del rodal disminuyó para la especie tepa un 0,55%, con respecto al original. Sin embargo, el de coigüe aumento en un 1,41% con respecto al original (Cuadro N°9).

La cosecha realizada se distribuyó en todas las clases diamétricas mayores a 10cm del rodal, sin embargo, se apreció una concentración las clases diamétricas de 40 a 80cm (Figura N°4).

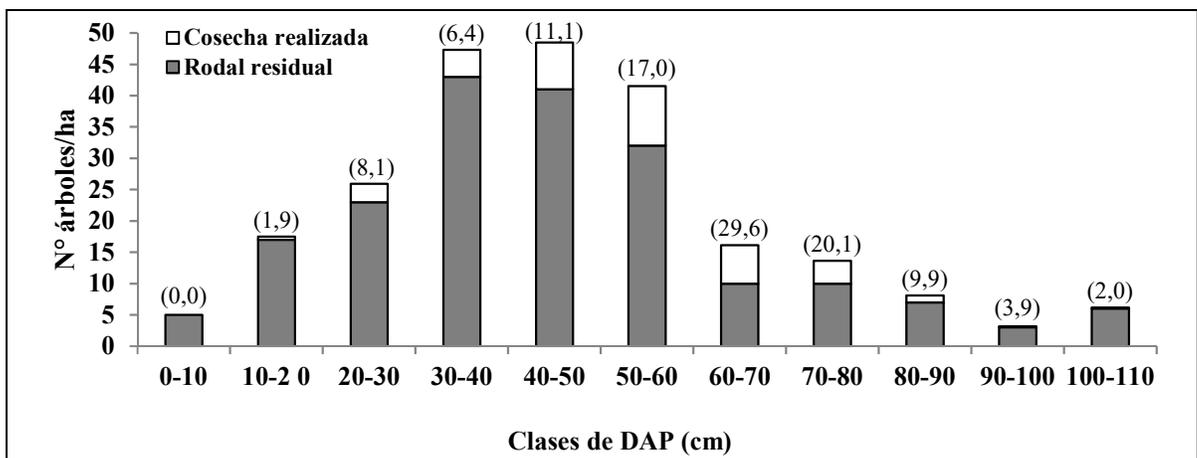


Figura N° 4: Comparación del total de individuos cosechados y remanentes en el rodal R-13, según clases diamétricas. En paréntesis sobre las columnas, el valor porcentual cosechado de cada clase diamétrica.

A continuación, se muestra la distribución de los tocones que fueron censados (Figura N°5) en el rodal completo R-13, los cuales se distribuyeron de forma relativamente homogénea en todo el rodal.



Figura N° 5: Mapa con la distribución de los tocones censados en el rodal R-13 cosechado. Fuente: Imagen Google Earth.

Según los datos registrados en el censo de tocones, se identificaron 611 árboles cosechados, observándose el mismo patrón de cosecha determinados en las parcelas, es decir, la cosecha se concentró principalmente en las especies raulí y coigüe con un 20% y un 11% extraído respectivamente (Cuadro N°10), siendo las especies roble y tepa extraídas sólo de forma aislada.

Cuadro N° 10: Número de árboles y área basal total por especie cosechada en el rodal R-13, de acuerdo con el censo de tocones.

Especie extraída	Número de árboles		Área basal (m ²)	
	Rodal	Hectárea	Rodal	Hectárea
Coigüe	285	11	71,9	2,91
Raulí	307	12	74,3	3,01
Roble	17	1	2,7	0,11
Tepa	2	0	0,2	0,01

La cantidad de árboles cosechados de raulí y coigüe coincidieron con lo calculado en la medición de parcelas, así como también la cantidad de área basal intervenida. Sin embargo, el N° de individuos y área basal de la especie roble presentó diferencias importantes al realizar la medición con ambas metodologías (medición de parcelas y censo de tocones).

Se determinó que el promedio extraído de diámetros fue similar en las especies coigüe y raulí (54 y 53cm respectivamente) y estos, mayores con relación a roble y tepa (41 y 33cm respectivamente). La distribución de DAP extraídos en raulí y coigüe se concentra entre los 20 a 80cm, sin embargo, en el caso del roble y la tepa, estos se distribuyen entre los 20 y 40cm (Figura N°6).

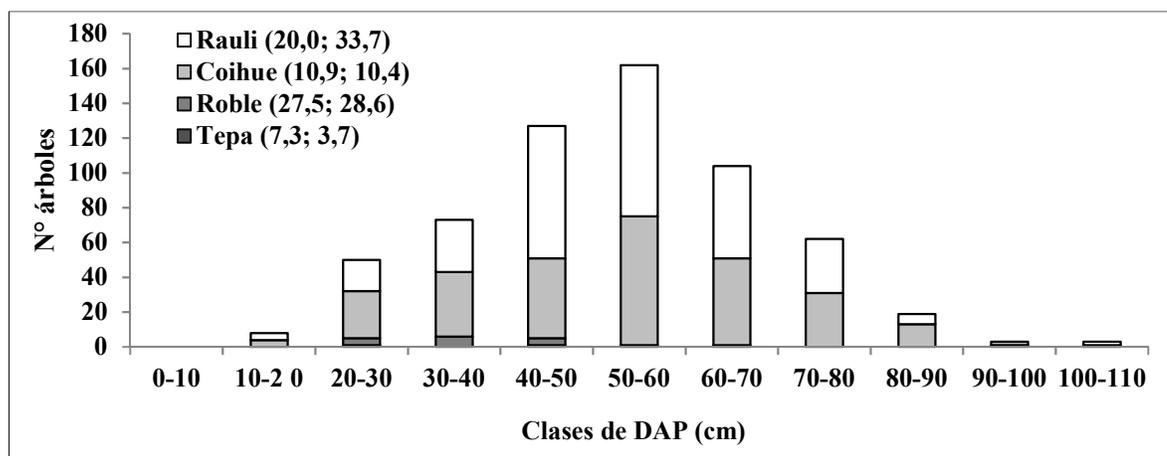


Figura N° 6: Frecuencia por clase diamétrica de las especies de interés forestal cosechadas en el rodal R-13. En paréntesis adyacente al nombre de la especie, porcentaje cosechado en Nha y Gha respectivamente, de cada especie.

El mayor número de árboles cosechados de coigüe y raulí se concentró en la clase diamétrica de 50 a 60 cm de DAP, a pesar de ello, la cosecha de ambas especies abarcó todas las edades diamétricas. En cambio, la mayor cosecha de la especie roble se concentró entre las clases diamétrica de 30 a 40 cm de DAP, no se cosecharon individuos superiores a los 70cm.

La especie tepa por otro lado, tuvo una intensidad de cosecha baja, concentrándose en sólo dos rangos diamétricos, 20 a 30 cm y de 40 a 50 cm de DAP.

La extracción fue homogénea para las especies de mayor interés económico coigüe y raulí. No hubo mayores diferencias en los montos cosechados, a pesar de que coigüe se encontraba en mayor abundancia respecto al raulí, es decir, la cosecha no se realizó de forma proporcional a la densidad original de ambas especies en el rodal.

De esta forma, la cosecha impactó en la composición de raulí dentro del rodal (especie en la cual la cosecha fue más intensa), así mismo el roble también disminuyó su porcentaje de presencia en el bosque. El porcentaje de presencia de la tepa y el coigüe se vieron favorecidos por la cosecha realizada, en relación con la composición del rodal inicial.

4.1.4 Comparación de la Cosecha realizada versus la Cosecha propuesta por el Plan de Manejo

Los datos calculados para el plan de manejo difieren considerablemente de los que fueron calculados para este estudio, tanto para parcelas de monitoreo medidas y descritas

anteriormente, como para el censo de tocones, donde se obtuvo los siguientes datos por hectárea y considerando solo las especies de interés forestal (Cuadro N°11).

Cuadro N° 11: Comparación de la intervención realizada en el rodal bajo el plan de manejo con lo determinado en esta memoria, según inventario en parcelas de monitoreo y censo de tocones. Nha: Número de árboles por hectárea; Gha: Área basal (m²/ha); Vha: Volumen bruto (m³/ha); dmc: Diámetro Medio Cuadrático (cm).

Parámetro	Según plan de manejo			Según datos de esta memoria				
	Antes	Después	% cosecha	Antes	Después	% cosecha	Después (censo)	% cosecha (censo)
Nha	264	164	37,9	233	197	15,5	209	10,3
Gha (m ² /ha)	61,0	31,0	49,2	50,9	42,4	16,7	44,8	11,9
Vha (m ³ /ha)	613	310	49,4	564	472	16,3	-	-
dmc (cm)	54,3	45,7	-	53,0	52,0	1,9	52,0	-

La intervención realizada fue suave comparada con lo propuesto por el plan de manejo. En todas las variables de estados del rodal medidas hay grandes diferencias. Los porcentajes de cosecha según el plan de manejo estimaron casi la mitad de extracción en área basal y volumen bruto, sin embargo, ninguna superó el 17%.

Con respecto al número de árboles por hectáreas la tendencia fue la misma, donde lo cosechado no alcanzó siquiera la mitad de lo propuesto por el plan de manejo.

4.1.5 Actividades de regeneración y replantación propuesta en el Plan de Manejo

La regeneración de las especies de interés forestal en el predio, según el plan de manejo es escasa, la densidad no supera las 100 plántulas de cada especie por hectárea, considerando sólo individuos con alturas menor o igual a 1 metro (Peña, 2013).

También, el plan de manejo indica que la regeneración de las especies de interés, tales como raulí y coigüe, que son escasas en el rodal, será complementada con una plantación suplementaria por parte de los propietarios, de manera de enriquecer el rodal, asegurando la mantención del bosque.

De acuerdo con el Reglamento Técnico del D.L 701, al aplicar el método silvicultural de Corta de Protección, el propietario debe reponer y establecer un mínimo de 3.000 plántulas por hectárea, de la misma especie cortada, de forma homogéneamente distribuida. Sin embargo, en el caso de este predio, a la fecha (a cuatro años después de la intervención) no se ha realizado dicha actividad, lo que indica un incumplimiento de las actividades propuestas en el plan de manejo, así como también en lo esperado en el bosque a futuro en cuanto a composición y estructura.

4.2 Caracterización de la estructura y productividad potencial del rodal después de la intervención

4.2.1 Composición, estructura y calidad del rodal antes y después de la cosecha

Respecto a la composición, en general, el bosque previo a la cosecha se caracterizó por tener mayoritariamente la presencia del coigüe, seguido en menor porcentaje de raulí, tepa y roble (Figura N°7).

Una vez intervenido el bosque, disminuyó la cantidad de individuos en todas sus especies, pero siguiendo la tendencia de encontrar más coigüe, seguido de raulí y, en menor cantidad la tepa y el roble (Figura N°7).

La densidad relativa de la especie coigüe se vio favorecida por la disminución de la cantidad de raulí en el rodal. De esta forma la especie tepa pasó a tener una mayor representación en la composición del rodal respecto a roble. La densidad relativa de las especies sin interés forestal también se vio favorecida por la cosecha mayoritaria de las especies coigüe y raulí.

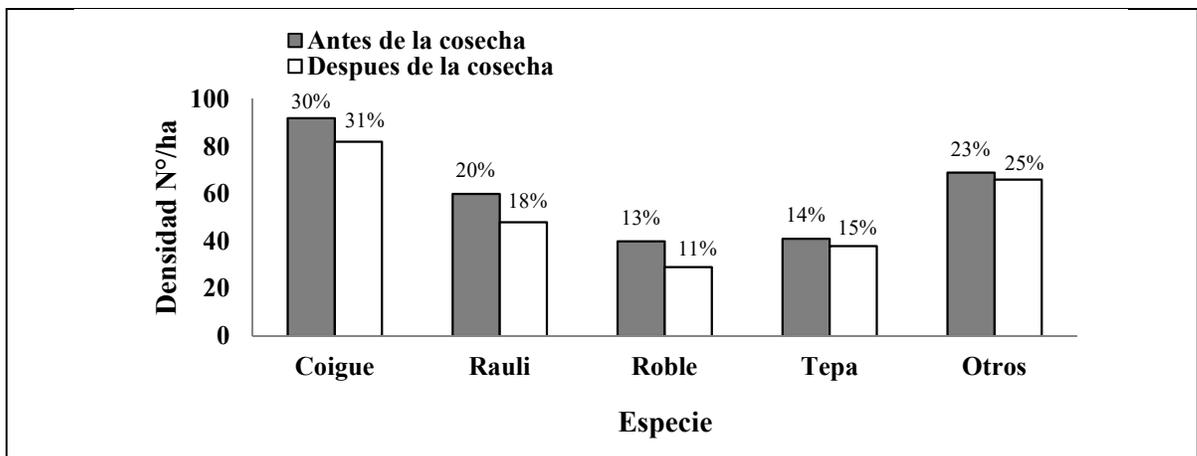


Figura N° 7: Densidad según especies (N/ha) antes y después de la cosecha. Se presenta sobre las columnas el porcentaje de la presencia de cada especie antes y después de la cosecha realizada.

El rodal posee una estructura heterogénea, donde se encontraron distintas generaciones, desde individuos correspondientes a etapas fustal latizal y fustal senil. La regeneración de las especies de interés forestal no es abundante en el rodal, sólo se presenta en algunas zonas asociadas a presencia de individuos longevos.

El rodal original concentra la mayor cantidad de individuos entre las clases diamétricas 40-50 cm hasta 80-90 cm, es decir, en individuos de etapas fustales. Adicionalmente se concentra otra gran cantidad entre las clases diamétricas 140-150 cm correspondiente a individuos seniles. La cosecha realizada se concentró entre las clases diamétricas 60-70 cm hasta los 80-90 cm. De esta forma, el rodal residual sigue manteniendo una estructura heterogénea sin mayor variación en las clases diamétricas de DAP menor a 60 cm y sin

intervención significativa por sobre los 100 cm de DAP, es decir, se mantienen en el rodal residual los individuos en etapas de latizal y senil.

En el rodal original se identificaron tres estratos, uno superior y otro intermedio, ambos dominados por la presencia de coigüe, y un estrato inferior principalmente de sotobosque y especies que no son de interés productivo, donde destacan arrayán macho, pitra (*Myrceugenia exsucca*), lloime y trevo. La cantidad de individuos de las especies en los estratos inferiores no tuvo mayores variaciones.

El bosque previo a la cosecha no presentó signos evidentes de daños bióticos o abióticos que afectarían a los árboles, por lo que se consideró como sano y de buena calidad. La calidad de los individuos remanentes posterior a la intervención continuó siendo sana, sin pudriciones ni con daños abióticos.

4.2.2 Proyección de la productividad del bosque a 20 años

Considerando que no se ha realizado la plantación suplementaria prescrita en el plan de manejo y la ausencia de regeneración natural observada antes y después de la intervención, es difícil que el bosque se renueve. Por lo tanto, en la proyección se considera que el bosque debería ir envejeciendo paulatinamente en el tiempo. Con estos datos se realizó la proyección del rodal según especie a 10 años y 20 años (Cuadro N°12).

Cuadro N° 12: Parámetros del rodal según especie para una proyección de 10 y 20 años.

Especie	Nha			Gha (m ² /ha)			Vha (m ³ /ha)			dmc (cm)		
	Años			Años			Años			Años		
	0	10	20	0	10	20	0	10	20	0	10	20
Coigüe	82	82	82	27,6	30,7	34,0	317	354	394	65,5	69,0	72,7
Raulí	48	48	48	6,9	8,4	10,1	67	82	100	42,7	47,2	51,7
Roble	29	29	29	4,1	5,1	6,3	44	56	70	42,3	47,3	52,4
Tepa	38	38	38	3,9	5,1	6,5	44	55	71	36,2	41,3	46,6
Total	197	197	197	42,5	49,3	56,9	472	547	635	52,4	56,4	60,6

En la proyección a los 20 años el área basal aumentó en un 33%, mientras que el volumen en un 34%. Considerando los parámetros del rodal antes de la intervención, se observa que entre los 10 y 20 años existe una recuperación de todos estos, aún cuando no haya existido una regeneración o plantación suplementaria. Es decir, el 16,1% del volumen extraído (92m³/ha) se recupera entre el 2024 y el 2034, aproximadamente a los 12 años de la proyección, alcanzando un crecimiento del 19,6% (92,4m³/ha en el periodo). El 16,6% del área basal extraída (8,5 m²/ha) se recupera también a los 13 años, alcanzando un crecimiento del 21,4% equivalente a 51,6 m²/ha en el periodo.

Al analizar estos datos por Tabla de Rodal, se evidenció una tendencia a una distribución normal en el bosque a los 20 años (Figura N°8), lograda por la intervención realizada, sin embargo, esta debería complementarse con la regeneración, de manera que pueda asegurar el futuro del bosque.

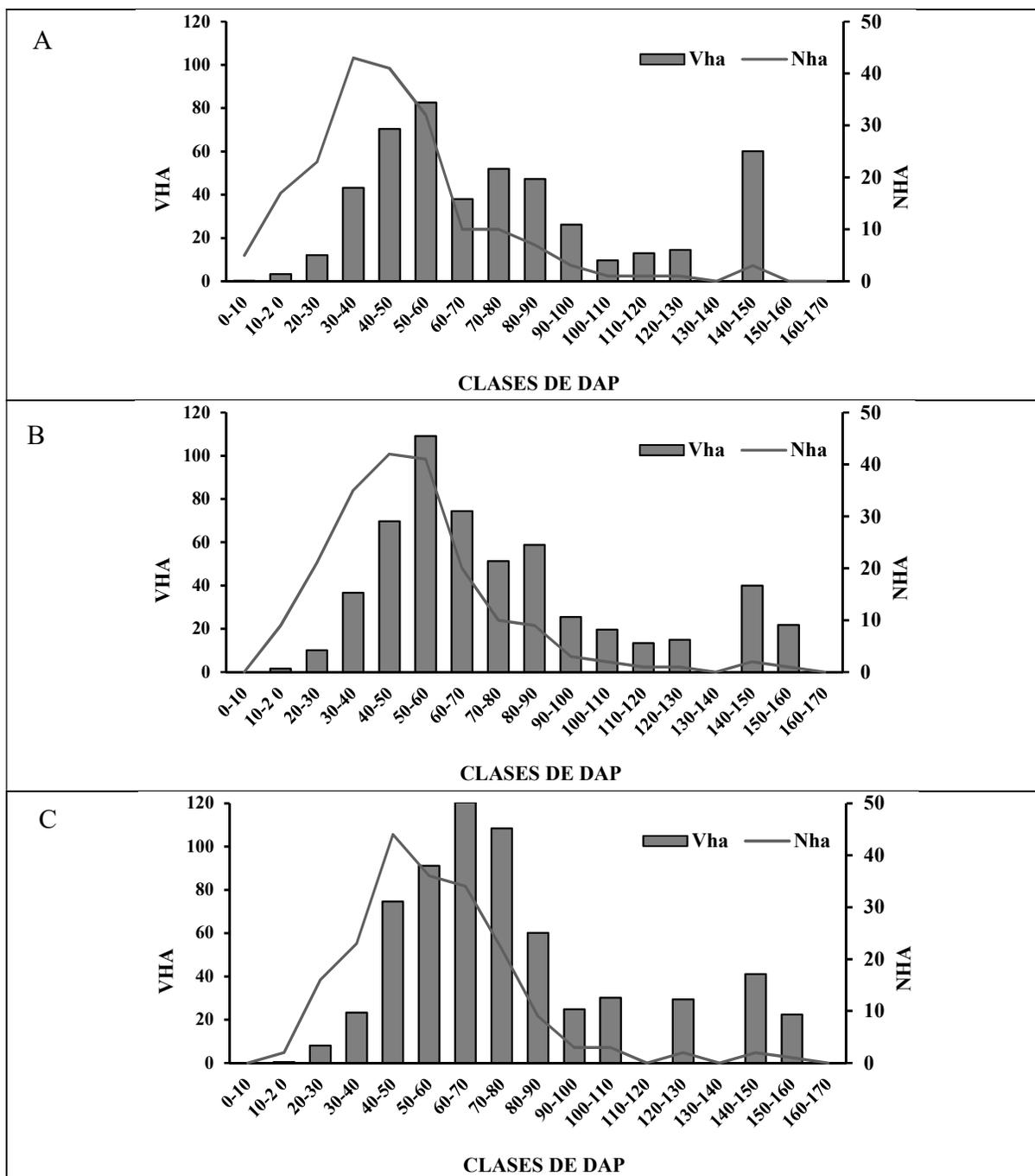


Figura N° 8: Proyección del Nha y Vha del rodal residual. A) Año 0 (2014); B) Año 10 (2024); C) Año 20 (2034).

4.3 Análisis de ingresos obtenidos

A partir de las trozas extraídas, se determinó una mayor extracción de raulí, lo que también se observó en las mediciones anteriormente presentadas. Al calcular las pulgadas madereras se obtiene el siguiente cuadro (Cuadro N°13).

Cuadro N° 13: Volumen aserrable de trozas en pulgadas madereras (pm) por especie y por largo de trozas, estimado según regla de Casimiro Donat.

Volumen (Pulgadas Madereras)												
Especie	Largo de Troza (metros)											
	3,6	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total
Coigüe	1.325	426	965	1.015	865	165	490	256	89	145	131	5.873
Raulí	2.626	439	916	1.192	802	143	266	174	52	76	44	6.731

En resumen, la Comunidad dueña del predio, es decir, las 31 familias que la componen percibieron como ingresos brutos de la venta de la madera un total de \$23.617.000, por la cosecha realizada en las 24,7 hectáreas, lo que representa \$ 956.153/ha (Cuadro N°14).

Cuadro N° 14: Ingresos obtenidos por la madera en trozas vendida, según especie.

Especie	Volumen/ha (pm)	Volumen predial (pm)	Precio \$/pm en trozas	Ingreso predial Total (M\$)
Coigüe	237,8	5.872,9	1.500	8,809
Raulí	272,5	6.730,8	2.200	14,808

5. DISCUSIÓN

5.1 Evaluación del cumplimiento de las actividades silvícolas propuestas en el Plan de Manejo

En términos generales la evaluación del plan de manejo evidenció muchas diferencias con respecto a lo realmente realizado, tanto en las actividades a ejecutar, como en las variables de cosecha estimadas.

Analizando el cumplimiento de las actividades a ejecutar, este plan de manejo se presentó con el propósito de realizar una Corta de Protección, a través de la regeneración de las especies cosechadas. En este sentido se encontraron las primeras deficiencias, ya que, hasta la fecha no se ha realizado ninguna plantación suplementaria después de la intervención considerando la baja regeneración inicial. Se propuso una plantación suplementaria de 3.000 plántulas por hectárea, solamente para raulí, asegurando que la regeneración natural de coigüe presente era suficiente (esto fundamentado por el Art 23° del Reglamento Técnico del DL 701). Sin embargo, en terreno la regeneración natural resultó ser aislada y escasa para todas las especies. Por lo tanto, prescribir una Corta de Protección sin asegurar la regeneración mediante una plantación suplementaria significa un deterioro del bosque a futuro.

Por otra parte, no hubo ningún manejo de las especies de los doseles inferiores y el sotobosque, que pudiera ayudar a un establecimiento de regeneración de las especies cosechadas.

Vita (1996), menciona que, este tipo de corta debe realizarse eliminando árboles de menor calidad, dejando en pie los de mejores cualidades, de copa amplia, bien equilibrada y pertenecientes al dosel superior. Es fundamental otorgar luminosidad a través de espacios, para asegurar la germinación de semillas y el desarrollo de plántulas. Además, indica que la germinación de raulí se favorece con las cortas en el dosel arbóreo y especialmente con la corta del sotobosque.

El plan de manejo apuntó a que los objetivos silviculturales de la intervención serían de regeneración, pero, en ningún caso este precisó el interés de una especie por sobre otra (Ver Capítulo 4.1). Esto podría considerarse como una falencia de la fiscalización, ya que no existe la exigencia de solicitar información más detallada por especie, lo que debería estipularse en el documento de plan de manejo.

Según CONAF, cuando exista la obligación de reforestación o regeneración de una superficie de terreno igual o menor a la cortada, se debe precisar para cada rodal:

- Año calendario: indicar el año calendario de inicio de la actividad y el de término de ella.
- Especie(s): definir el o los nombres de las especies a favorecer o utilizar.
- Tipo de regeneración: establecer si se trata de regeneración natural por semillas, vegetativa, plantación o mixta.

- Tipo de planta: indicar como dato referencial si se utilizarán semillas, propágulos, planta en speedling, en cepellón o raíz desnuda.
- Densidad objetivo: señalar la densidad que se obtendría cuando la regeneración se encuentre establecida, expresada en plantas por hectárea. Si se trata de regeneración vegetativa, se deberá especificar el número promedio de retoños a dejar por cepa intervenida y el número de cepas y retoños por hectárea (CONAF, 2016).

La elaboración de un plan de manejo actualmente está sujeta al criterio y competencias de quien lo redacta. Es decir, considerando los formularios, contenidos y normas que solicita CONAF para presentar un plan de manejo, este puede elaborarse de distintas maneras por cada profesional, quedando entonces a criterio las metodologías utilizadas para la descripción, evaluación y prescripciones del recurso forestal a intervenir.

Carabelli (2004), al realizar la evaluación de eficacia de los planes de manejo en bosque nativo, atribuye una responsabilidad importante en los profesionales que elaboran planes de manejo, apuntando al buen uso de la herramienta otorgada: “Los profesionales que elaboran planes no parecen encontrar la forma apropiada de uso, como herramientas para mejorar la rentabilidad empresarial y promover un manejo sustentable. El profesional forestal debería ser un buen extensionista, relacionándose con todos los integrantes de la cadena de aprovechamiento e industrialización del recurso y que logre plantear en la práctica una propuesta de manejo aceptable y viable” (Carabelli, 2004).

Por otro lado, el instrumento contempla información que debiera expresarse con mayor detalle para no ir en el desmedro de los bosques intervenidos, ya que, en el plan de manejo se solicita la información en función de la asociación o tipo forestal, sin embargo, en ningún caso se evalúa la particularidad de cada especie, como las diferencias de cobertura en este caso de raulí y coigüe. Esto último permitiría evaluar la importancia de la protección del recurso para no impactar en la composición del bosque a 20 años y su valoración económica. En este contexto, el plan de manejo se realizó considerando el recurso como un conglomerado de especies de interés principal y otras de interés secundario, por lo que no se logra prever de manera precisa la intervención que se llevará a cabo, ya que puede aprobarse una extracción de área basal ajustada a los reglamentos técnicos, pero concentrada en la especie de mayor valor económico.

Carabelli (2004), evaluó la eficacia de planes de manejo con bosque nativo en Argentina asegurando que: “Por un lado, estos planes tienen, en general y como se ha mostrado, numerosas deficiencias de orden técnico que invalidan o limitan, en muchos casos severamente, su aplicación y el consecuente manejo del bosque conforme a pautas silvícolas. En efecto, la evaluación del bosque presenta debilidades en la estimación de los volúmenes maderables en pie”.

Se seleccionaron mayoritariamente individuos de alto valor económico, principalmente de las especies raulí y coigüe de mayores diámetros, y de mejores calidades madereras, no siguiendo las prescripciones para la ejecución de una corta de protección estipuladas en el plan de manejo.

Hoy en día la legislación reconoce al propietario como el interesado del manejo de su bosque, a la Corporación como la encargada de fiscalizar y ejecutar la normativa legal vigente para la conservación del recurso forestal y al profesional forestal que interviene el bosque respondiendo a los intereses de ambas partes. Sin embargo, indirectamente el funcionamiento de la legislación olvida la relación del bosque con los aserraderos o quienes finalmente seleccionan y cosechan el rodal aplicando principalmente criterios económicos.

Las parcelas de monitoreo de postcosecha y el censo de tocones realizado, evidenciaron la preferencia de extracción de las especies coigüe y raulí de diámetros medios cuadráticos que oscilan entre los 50 a 70cm. Por otro lado, se observó en terreno, que aún cuando el coigüe presentaba una mayor densidad en comparación a raulí, la cosecha no fue proporcional a la densidad de estas especies en el rodal. Esto se debe, al mayor precio de la madera de raulí respecto a la de coigüe.

De esta manera, la intervención se ejecutó pensando en las especies de mayor valor económico sin proyectar el impacto en la modificación futura de la composición del bosque. Se trataría entonces de la aplicación de un “floreo” en el rodal, el cual impactará negativamente a futuro. Por lo tanto, se espera que siga disminuyendo la proporción de la especie raulí, respecto de la de coigüe y que esta proporción tienda a desaparecer, si no se complementa con una plantación suplementaria que asegure la presencia de la especie en el futuro. Además, el no extraer mayormente especies del estrato inferior, como lo son el arrayán macho, lloime, pitra, entre otros, también podría ir en desmedro de la regeneración de las especies de interés, pues estos pueden verse favorecidos por la presencia de claros.

Este tema es reconocido por otros autores que afirman que los bosques nativos de Chile son de gran diversidad y altamente productivos. Sin embargo, a pesar de todo ello, en la actualidad en Chile en la mayoría de los bosques nativos no se aplica silvicultura, sino que sólo extracción selectiva de los árboles más valiosos (floreo) o cortas descontroladas para producción de leña (Donoso y Lara 1999).

Vita (1996), añade sobre la regeneración que, la abertura fuerte del estrato superior en casos donde se aplicó el Método de Corta de Protección en rodales con alta presencia de coigüe dio resultados muy inferiores, puesto que la regeneración de raulí de bajo número y desarrollo, compite normalmente con coigüe y especies del sotobosque. No obstante, el mismo autor señala que, en el caso de la Reserva Nacional Malleco, sector Niblinto, una Corta de Protección de alta intensidad produjo una abundante regeneración de raulí y un crecimiento muy superior al de otros lugares de la reserva donde se aplicó el mismo tipo de corta, pero, menos intensa.

Este plan de manejo propuso una cosecha mayor a la finalmente realizada en el rodal, dejando una mayor cantidad de individuos en el rodal residual. Se planteó en el plan de manejo una extracción del 50% del área basal y del volumen del rodal, sin embargo, la cosecha no alcanzó el 17% del área basal, ni tampoco del volumen. La cosecha se concentró en raulí por su calidad y mayor valor económico con respecto a coigüe. Esta concentración en la cosecha en sucesivas cortas, podría atribuir una disminución del valor del rodal en el futuro. Por otro lado, no se manejó el sotobosque y además no se ejecutó la

plantación suplementaria propuesta. Por lo que no se hizo una Corta de Protección adecuada bajo ningún punto de vista.

5.2 Caracterización de la estructura y productividad potencial del rodal después de la intervención

La regeneración del rodal en estudio fue escasa, lo que puede deberse a las dificultades climáticas que presenta este Tipo Forestal, así como también a los grados de tolerancia lumínica de cada especie. Donoso (1985), afirma que la regeneración de coigüe, raulí y roble en Chile se encuentra muy limitada por los factores microclimáticos que le pueden afectar. En un estudio de variaciones estructurales de coigüe y raulí en las zonas de Malleco y Cautín (Donoso, 1985), se registró una nula cantidad de plántulas establecidas en la regeneración, argumentando principalmente que es consecuencia del grado de tolerancia de las especies.

La regeneración de raulí no se vio favorecida en el rodal, debido a la baja intensidad de la intervención realizada, que mantuvo una alta cobertura del dosel arbóreo. Esto debido a que la regeneración de esta especie en su establecimiento y desarrollo depende de aberturas del dosel, que no se produjeron. Además, no se realizaron labores silviculturales para disminuir la cobertura del sotobosque, que es otro de los competidores de la regeneración de esta especie en este bosque.

También, Aplet (1993), menciona que el manejo forestal de un bosque desde una perspectiva de sustentabilidad ecológica debe imitar al régimen de las perturbaciones naturales y ser compatible con las estrategias de regeneración de las plantas, prestando especial atención a los requerimientos de las especies. Esta simulación no se está cumpliendo en el rodal R-13, ya que no se realizó la actividad de plantación suplementaria propuesta por el plan de manejo, la cual asegura la existencia de un bosque productivo y sustentable en el futuro.

Daniel (1982), habla sobre la importancia de la regeneración, postulando que esta representa uno de los desafíos más importantes de la silvicultura moderna, ya que se busca establecer en forma eficiente el reemplazo de los recursos forestales que han sido removidos por causas naturales o aprovechamiento, por lo que asegurar la regeneración del bosque es algo prioritario para quienes quieren seguir aprovechando el recurso forestal.

La composición del bosque fue afectada acrecentando la diferencia existente entre coigüe y raulí. Esta última especie seguiría disminuyendo su participación en el rodal, si en una nueva corta sucesiva (antes de la corta final) vuelve a darse la misma tendencia de extraer más raulí, quedando un bosque de menor valor. La presencia de raulí y coigüe disminuyó en porcentaje, mientras que el roble y la tepa aumentaron. En consecuencia, la composición del bosque en 10 o 20 años presentará una menor calidad para eventuales cortas sucesivas o corta final. Por otro lado, esta situación se verá agravada por la ausencia de regeneración (natural o plantación).

Según Burchel (1976), este tipo de bosque debido a la participación del raulí, especie muy apreciada por el valor de su madera, ha sido objeto de una fuerte explotación en el pasado (y probablemente seguirá siéndolo) y al efectuar dicha cosecha (sin considerar correctamente los aspectos silvícolas) se abre el dosel del rodal muy rápido y bruscamente, dando acceso a mucha luz sobre toda la superficie. Bajo estas condiciones es frecuente que el efecto positivo promueva un mayor desarrollo de la quila en vez de la regeneración de las especies de interés. Para evitar esta situación y lograr un adecuado manejo de los bosques mixtos de coigüe y raulí, debe asegurarse que el suelo después de la corta quede en un estado favorable para la germinación de semillas o el establecimiento de las plántulas, es decir, con una delgada capa de hojarasca y alta exposición a la luz, para que puedan emerger.

La estructura del bosque proyectado a 10 y 20 años presentó las mismas tendencias de un bosque que concentra su potencial productivo en clases diamétricas de 60 a 80cm de DAP y que a la vez no tendrá una renovación de individuos por especie que pueda asegurar la productividad más allá del horizonte considerado. El potencial productivo estimado, concentra un alto volumen (19% del volumen total) en los árboles de DAP entre 60 y 70cm, y un 72% del volumen total concentrado entre los 40 a 90cm de DAP (Ver Capítulo 4.2.2), por lo que se proyecta un rodal en crecimiento y envejecimiento que tiende a fustal senil, sobre todo al no incorporar la plantación suplementaria necesaria, que asegure una estructura brinzal en los próximos 10 años. Es decir, el bosque en un futuro requerirá de cortas sucesivas que otorguen luz y que disminuyan la presencia de sotobosque, favoreciendo a la regeneración y una corta final una vez que esta ya esté establecida. Como se realizó un floreo en el rodal, el valor de la calidad del bosque para una corta final se verá empobrecido.

En este sentido, Espinosa (2002), declara una relación directa entre el floreo y la eventual degradación del bosque cosechado: “Esta degradación del bosque nativo ocurre principalmente por el floreo, ya que, al extraer las especies más valiosas se deteriora la calidad del bosque, generando una disminución progresiva del volumen de madera más valiosa”.

El incremento periódico anual (IPA) por hectárea calculado de este rodal fue de 8,08m³/año. Esto se debe a que no se consideró mortalidad en el periodo que excluya individuos que potencialmente no estarán en 20 años, ya sea por muerte de envejecimiento o algún factor externo que los afecte. De esta forma la presencia de individuos de gran diámetro (principalmente de coigües) superiores a 100cm tiene un fuerte impacto en el resultado del crecimiento del volumen bruto. Esto presentó una deficiencia al estimar los crecimientos y proyecciones a largo plazo, ya que conduciría a una sobreestimación del volumen.

Además, no se extrajo todo lo propuesto por el plan de manejo, por lo que existirá en el futuro, una competencia que afectará las tasas de crecimiento aplicadas en la proyección realizada. Por esto, se espera que los valores de área basal y volumen futuro sean inferiores a los calculados.

Según Klap (2000), la mortalidad de los rodales en el tiempo está asociada a la hipótesis de multiestrés, es decir, los bosques interactúan con factores bióticos (insectos y hongos), abióticos (clima, catástrofes naturales) y diferentes formas de estrés antrópicos como la contaminación o prácticas silviculturales inadecuadas. Estos en conjunto definen el proceso de mortalidad en un bosque.

Navarro (2008), en su estudio de mortalidad de ñirre (*Nothofagus antartica*) medido mediante Landsat TM y ETM+, menciona que las formaciones estudiadas comparadas dentro del periodo de la década del 80` hasta el 2002, experimentaron un deterioro y eventual mortalidad del 10,7% de la superficie clasificada. Considerando este último antecedente, la superficie afectada en el rodal de estudio correspondería a 2,65 hectáreas, lo que afecta a 67,9 m³/ha. Esto ajustaría el incremento periódico anual (IPA) por hectárea de este rodal a 4,7 m³ / año.

5.3 Análisis de los ingresos obtenidos por el propietario

Los ingresos obtenidos con este plan de manejo provienen fundamentalmente de los productos madereros obtenidos del raulí y el coigüe. De esta forma se evidenció la lógica de mercado establecida en el momento de la selección de los individuos a cosechar, ya que, el raulí fue el más cortado por su mayor valor económico. Por otro lado, no hubo mayor utilización de los desechos para leña, lo que pudiera deberse a la poca rentabilidad de este recurso considerando el valor de mercado en el año de cosecha (\$1.500 el m³ para el 2014), además de no contribuir más del 5% de los ingresos propuestos previo a la intervención.

La estimación propuesta a la comunidad fue de extraer 50% del área basal, lo que dejaría un ingreso aproximado de \$85 millones de pesos, incluso aprovechando el recurso de la leña que aportaría en un 5% de este total. Sin embargo, la cosecha realizada no extrajo más del 16% del área basal, por lo que los ingresos obtenidos se vieron fuertemente disminuidos. Por lo demás, a pesar de que hubo una cosecha por debajo de lo estimado y propuesto por el plan de manejo, se obtuvo un ingreso total para las 24,7 ha del rodal, de \$23.617.110, lo que da un ingreso por ha de \$ 956.153. A nivel familiar en la comunidad se obtuvo \$ 761.839/familia.

Considerando que el rodal se intervino bajo la corta de protección, se deberían realizar cortas sucesivas que cumplan con el objetivo de establecer una regeneración óptima para el bosque futuro, sin embargo, el volumen a extraer de raulí sería menor por el floreo realizado que dejó como rodal residual pocos individuos de raulí y de baja calidad. Por otro lado, en la comuna de Curacautín existen otras industrias que pueden presentarse en la eventualidad como más atractivas para la comunidad, ya sea en producción pecuaria, agroindustria, lácteos o proyectos de turismo en la zona.

La Fundación para la Innovación Agraria (2009), concluyó que, una de las industrias más dinámicas del sector agropecuario es la de lácteos, en particular en la comuna de Curacautín, la del queso, que arroja un valor de rentabilidad igual a los \$4,5 millones en un horizonte de 6 años, valor que iría en aumento. Así mismo el Instituto Forestal (INFOR, 2016) comparó las rentabilidades de distintos sistemas silvoagropecuarios basado en la

explotación bovina en la comuna de Curacautín, concluyendo que esta genera una utilidad anual de \$2,1 millones para planteles con 10 bovinos.

No se puede asegurar con precisión que el plan de manejo constituya un instrumento de planificación deficiente o si las aplicaciones de los profesionales no es la correcta, pero, lo que sí es evidente, es que se debe cumplir un rol social por parte de aquellos profesionales que a través de este instrumento intervienen y valoran el bosque como recurso natural. Con respecto a este tema, Carabelli (2004) declara, que es necesario cuestionar si los planes de manejo son de utilidad para mejorar la calidad del bosque actual y futuro. En esta circunstancia resulta indispensable instaurar una profunda discusión entre profesionales, investigadores y fiscalizadores, a fin de consensuar propuestas de manejo silvícolas factibles de aplicar en la práctica. En las actuales condiciones, los planes de manejo tienen una cuestionable eficacia como herramientas para mejorar la calidad del bosque actual y/o futuro, y al mismo tiempo, canalizar las expectativas de rentabilidad de la industria.

6. CONCLUSIONES

De acuerdo con la evaluación del plan de manejo forestal realizada, no se puede afirmar con certeza que este sea un mal instrumento. A pesar de que no ha logrado cumplir el gran objetivo general de cuidar y regular la intervención de los bosques en Chile.

Se concluye, basado en este estudio de caso, que hubo mala implementación de este plan de manejo, al no existir una caracterización detallada del bosque, no describir actividades importantes como la forma de regenerar el bosque y a la vez una mala aplicación del instrumento, al no ejecutar lo que se propuso, como el nivel de la extracción estimada o la plantación suplementaria de raulí. Entonces, el plan de manejo no cumplió con los objetivos del tipo de corta planificado, en este caso la Corta de Protección.

Se caracteriza la estructura del rodal y se evidencia el envejecimiento que este tendrá en 20 años, cambiando su estructura a fustal-senil, producto de la ausencia de regeneración y la concentración de la cosecha en las clases diamétricas fustales. La regeneración y el bosque que debe establecerse en un futuro no fue favorecida, ya que la cosecha fue poco intensa y concentrada principalmente en la especie de mayor valor económico, además de no extraer las especies de sotobosque, que impactan de manera negativa al establecimiento y desarrollo de la especie raulí.

En términos de ingresos obtenidos, no se obtuvo lo estimado, producto de la baja cosecha realizada y la concentración en el raulí. Al no extraerse la cantidad propuesta por el plan de manejo, evidentemente los ingresos obtenidos fueron considerablemente inferiores a lo estimado, alcanzando así \$761.838 por familia partícipe de la Comunidad Trecaño.

Recomendaciones

Es necesario crear políticas que acerquen a todos los actores que intervienen el bosque, al uso responsable de estos mismos, realizar los trabajos extensionistas de CONAF no solo con los profesionales del área o con los propietarios, sino que también incluir a los aserraderos o motosierristas, que en muchos casos son los que ejecutan la estimación de un plan de manejo que ellos no elaboraron, por lo que se debe definir cuál es el rol y responsabilidad de ellos en la interacción con el bosque. De esta forma, se debería combatir la necesidad de algunos de caer en el floreo de los bosques y eventual deterioro de estos. Finalmente, el plan de manejo debe ser un documento que permita la intervención y la proyección sustentable del recurso y no tan solo la documentación aprobada que permitiría intervenirlo. Debe ser un documento que valore el bosque más allá de las bonificaciones que se puedan concursar y obtener por buenas prácticas.

7. BIBLIOGRAFÍA

- APLET, G. 1993. Defining sustainable forestry. Island Press, Washington, DC, USA. 341p.
- BURCHEL, P Y GALLEGOS, C. 1976. Composición y dinámica regenerativa de un bosque mixto de raulí y coigüe. Revista Bosque Volumen 1, N° 2. Valdivia, Chile: 55-74.
- CARABELLI, F. 2004. Análisis de la eficacia de los planes de manejo de bosque nativo en la provincia de Chubut, Argentina. Revista Bosque Volumen 25, N° 1. Valdivia, Chile: 3-13.
- CONAF. 2011. Catastro de los recursos vegetacionales nativos de Chile. Monitoreo de Cambios y actualizaciones, Periodo 1997-2011. Santiago, Chile: 24p.
- CONAF. 2016. Consideraciones para la formulación del Plan de Manejo Forestal de Bosque Nativo: Ley N°20.283. Santiago, Chile: 42p.
- DANIEL, P. 1982. Principios de Silvicultura. Segunda edición. McGraw-Hill. Chapingo, México. 492p.
- DONOSO, C. 1981. Tipos forestales de los bosques nativos de Chile. Documento de trabajo n° 38. Investigación y desarrollo forestal (CONAF/PNUD/FAO). Santiago, Chile: 70p.
- DONOSO, C. 1985. Variaciones estructurales del Tipo Forestal Coigüe-Raulí-Tepa. Revista Bosque Volumen 7, N° 1. Valdivia, Chile: 17-35.
- DONOSO, C, LARA, A. 1999. Silvicultura de los bosques nativos de Chile. Editorial Universitaria, Santiago, Chile. 421p.
- DONOSO, P. DONOSO, C. Y SANDOVAL, V. 1993. Proposición de zonas de crecimiento de renovales de roble (*Nothofagus obliqua*) y raulí (*Nothofagus alpina*) en su rango de distribución natural. Revista Bosque Volumen 14, N° 2. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile: 37-55.
- DRAKE, F, ACUÑA, E Y EMANUELLI, P. 2003. Compendio de Funciones Dendrometrías del Bosque Nativo. Universidad de Concepción y Proyecto Conservación y Manejo Sustentable del bosque nativo. CONAF/KIW/DE/GTZ. Santiago, Chile: 197p.
- ESPINOSA, C. 2002. El bosque nativo de Chile: Situación actual y proyecciones. Terram Publicaciones. Santiago, Chile: 80p.

- FUNDACIÓN PARA LA INNOVACIÓN AGRARIA (FIA). 2009. Resultados y lecciones en Producción de quesos diferenciados. Proyectos de innovación en Curacautín, IX Región de la Araucanía. Serie experiencias de innovación para el emprendimiento agrario. Temuco, Chile: 40p.
- I. MUNICIPALIDAD DE CURACAUTÍN. 2010. Actualización Plan de Desarrollo Comunal PLADECO Comuna de Curacautín 2010-2015. Consultoría financiada por la Subsecretaria de Desarrollo Regional SUBDERE. Departamento de Desarrollo Municipal- División de Municipalidades. Curacautín, Chile: 156p.
- I. MUNICIPALIDAD DE CURACAUTÍN. 2013. Turismo de la Comuna. Consultoría financiada por la Subsecretaria de Desarrollo Regional SUBDERE. Departamento de Desarrollo Municipal- División de Municipalidades. Curacautín, Chile: 66p.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS (INE). 2007. División político-administrativa y censal. Región de la Araucanía. Santiago, Chile: 357p.
- INFOR. 2016. Agricultura diversificada cerealero, ganadero, forestal. [En línea] <http://www.gestionforestal.cl/pt_02/RentabilidadPredial.htm> [Consulta: 14 de noviembre, 2017].
- GAJARDO, R. 1994. La Vegetación Natural de Chile: Clasificación y distribución geográfica, Editorial Universitaria. Santiago, Chile: 165p.
- GROSSE, H. 2008. Manual de Silvicultura en Bosques nativos dominados por Raulí, Roble y Coigüe para pequeños y medianos productores. Concepción, Chile: 34p.
- KLAP, J. 2000. Effects of environmental stress on forest crown condition in Europe. Part IV: Statistical analysis of relationships. Water, Air and Soil Pollution, Volumen 119, Issue 1-4. Hamburg, Netherlands: 387- 420.
- MARCOLETA, A. 2005. Evaluación del método de muestreo centrado en el árbol futuro mediante simulación computacional en un renoual de *Nothofagus alpina* (Poepp. et Endl.) Oerst. Tesis de Ingeniería Forestal, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile: 76p.
- MEZA, A. 2008. Formación y formulación de políticas públicas. Módulo: Diseño de políticas forestales y gestión social. [Diapositivas]. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. Escuela de Postgrado y Postítulo. Santiago, Chile. 39p.
- MCGAUGHEY, R. 1997. Visualizing forest stand dynamics using the stand visualization system. In: Proceedings of the 1997 ACSM/ASPRS Annual Convention and Exposition; April 7-10, 1997; Seattle, WA. Bethesda, MD: American Society of Photogrammetry and Remote Sensing. 4:257p.

- MINAGRI. 1980. Reglamento Técnico D.L de Fomento Forestal, N° 259. Santiago, Chile. 5p.
- MINAGRI. 2008. Ley sobre Recuperación de Bosque Nativo y Fomento Forestal, N° 20.283. Versión única, Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Ministerio de Agricultura, Santiago, Chile. 18p.
- NAVARRO, R, ROSENFELED, M Y PEREZ-ARANDA, J. 2008. Evaluación de la mortalidad de bosques de ñirre (*Nothofagus antártica*) en la Patagonia chilena mediante imágenes Landsat TM y ETM+. Revista Bosque Volumen 29, N° 1. Valdivia, Chile: 65-73.
- PAILLACHEO, F. 2009. Medioambiente, mundo de vida y sistema social: La actividad maderera en la comuna de Lonquimay, Araucanía, Chile (1915-1976). Tesis de Antropología, Universidad Austral de Chile, Facultad de Filosofía y Humanidades, Valdivia, Chile: 86p.
- PAREDES, G. 2007. Propuesta técnica de manejo en Renovales del Ro-Ra-Co en la Reserva Ecológica Cóndor Blanco, Comuna de Curarrehue, IX Región, Chile. Trabajo de Título para optar al título de Ingeniero Forestal. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales: 99p.
- PEÑA, I. 2013. Plan de Manejo Forestal del Bosque Nativo, N° de Serie PMFBN – 4149141231, CONAF Oficina Curacautín. 8p.
- SOUTER, R Y DE LA MAZA, J. 2003. Proyecto Conservación y Manejo Sustentable del Bosque Nativo. Normas de Calidad de Productos Madereros de Bosque Nativo. Proyecto Conservación y Manejo Sustentable del bosque nativo. CONAF/KIW/DE/GTZ. Santiago, Chile: 160p.
- TRONCOSO, O. 2004. Desarrollo de un bosque de Lenga (*Nothofagus pumilio*) después de la corta de protección en la XII Región. Memoria para optar al Título Profesional de Ingeniero Forestal. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales: 46p.
- VAIDES, E. 2015. El crecimiento en masas forestales. Unidad 3, Apuntes Curso de Ordenación Forestal, Universidad Rafael Landívar, Zona 16, Guatemala: 15p.
- VITA, A. 1996. Los tratamientos Silviculturales. Segunda Edición, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales: 147p.

APÉNDICE

RESUMEN DE PARCELAS MEDIDAS

APÉNDICE

1. Parcelas de monitoreo (utilizadas en el PMF y en este estudio)

Estas cinco parcelas fueron primeramente muestreadas para el plan de manejo. Luego se utilizaron las mismas coordenadas y la misma metodología, para rehacerlas postcosecha y comparar los datos medidos y proyectados.

1.1 Parcela 1

Esta parcela fue ubicada entre las coordenadas 5748300 norte y 252400 abscisa. Se caracterizó por la presencia mayoritaria de tepa (Cuadro N°15) en el estrato más alto y en menor cantidad se presentaron raulí y coigüe. En los estratos inferiores dominó la presencia de arrayán macho y trevo (Figura N°9).

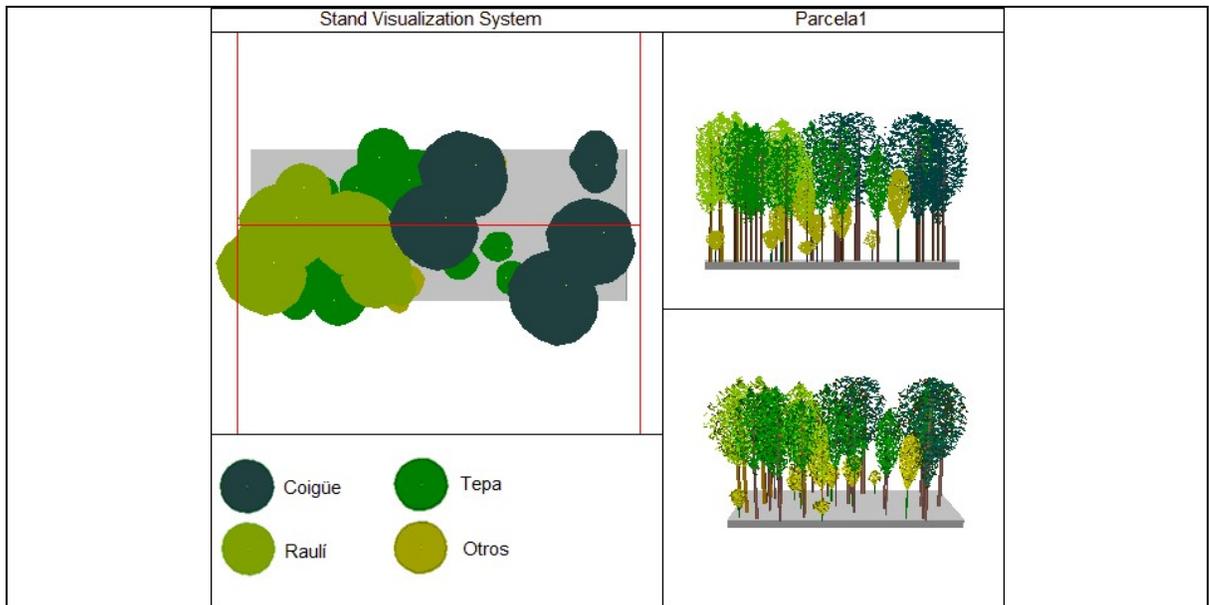


Figura N°9: Perfiles de vegetación de la parcela 1, previo a la ejecución del plan de manejo forestal.

Se registraron en total 43 árboles en pie y 4 tocones.

Cuadro N° 15: Resumen información inventario Parcela 1. N: Número de árboles; G: Área basal (m²/ha); G (%): Porcentaje de área basal; V: Volumen bruto (m³/ha); dmc: Diámetro Medio Cuadrático (cm).

Especie	N	G	G (%)	V	dmc
Coigüe	9	2,79	45,1	32,01	63
Raulí	5	0,57	9,2	5,45	38
Tepa	18	1,48	24,0	16,36	32
Otros	11	0,13	2,1	0,46	12
Total residual	43	4,97	80,4	54,28	38
	N	G extraída	G extraída (%)	V extraída	dmc extraído
Tocón Coigüe	0	0,00	0,0	0,00	0
Tocón Raulí	3	1,20	19,4	12,24	71
Tocón Tepa	1	0,02	0,3	0,14	14
Tocón Trevo	0	0,00	0,0	0,00	0
Total cosechado	4	1,22	19,6	12,39	62
Total original	47	6,19	100,0	66,66	41

1.2 Parcela 2

Esta parcela se encuentra ubicada en las coordenadas 5748200 norte y 252200 abscisa y corresponde a otra de las realizadas primeramente por el plan de manejo.

Se caracterizó por la alta presencia de tepa y coigüe con relación a las demás especies (Cuadro N°16), siendo esta primera la que se encontró de forma mayoritaria. El raulí por otra parte se halló en una baja cantidad.

En un estrato más bajo, las especies encontradas fueron arrayán macho, trevo y pitra, sin embargo, la abundancia de estas especies y de este estrato, fueron minoritarias (Figura N°10).

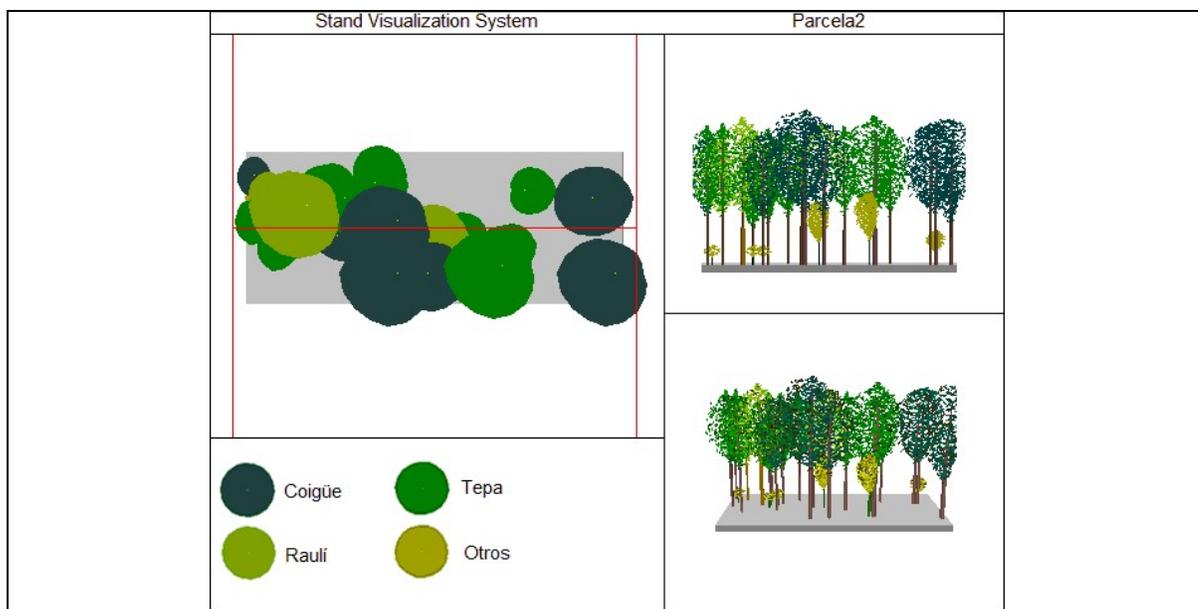


Figura N°10: Perfiles de vegetación de la parcela 2, previo a la ejecución del plan de manejo forestal.

Se registraron un total de 28 individuos en pie y 4 tocones.

Cuadro N° 16: Resumen información inventario Parcela 2. N: Número de árboles; G: Área basal (m^2/ha); G (%): Porcentaje de área basal; V: Volumen bruto (m^3/ha); dmc: Diámetro Medio Cuadrático (cm).

Especie	N	G	G (%)	V	dmc
Coigüe	7	2,50	45,3	29,23	67
Raulí	2	0,26	4,8	2,53	41
Tepa	14	1,66	30,0	19,08	39
Otros	5	0,04	0,7	0,11	10
Total residual	28	4,46	80,8	50,95	45
	N	G extraída	G extraída (%)	V extraída	dmc extraído
Tocón Coigüe	2	0,69	12,5	7,82	66
Tocón Raulí	1	0,36	6,5	3,63	67
Tocón Tepa	0	0,00	0,0	0,00	0
Tocón Trevo	1	0,02	0,3	0,09	14
Total cosechado	4	1,07	19,2	11,54	58
Total original	32	5,53	100,0	62,50	47

1.3 Parcela 3

Esta parcela está ubicada en las coordenadas 5748100 norte y 252000 abscisa. En ella se encontró en gran cantidad la presencia del coigüe como especie dominante (Cuadro N°17)

y minoritariamente raulí. En estratos más bajo se encontró la presencia de trevo y arrayán macho (Figura N°11).

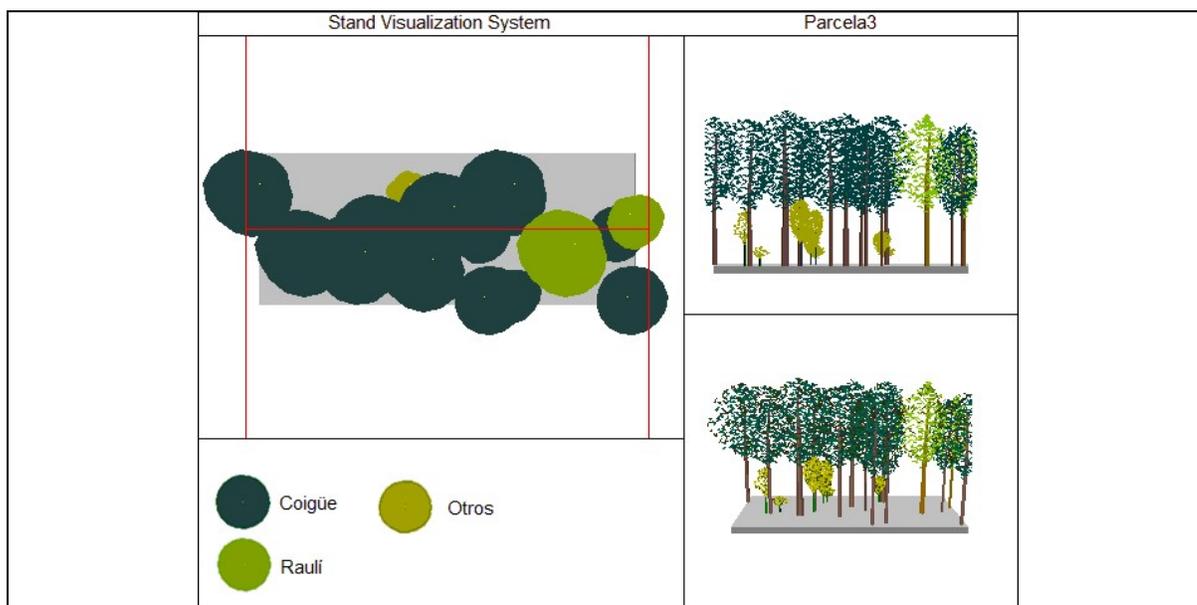


Figura N° 11: Perfiles de vegetación de la parcela 3, previo a la ejecución del plan de manejo forestal.

Se registraron 19 individuos en pie y 3 tocones.

Cuadro N° 17: Resumen información inventario Parcela 3. N: Número de árboles; G: Área basal (m²/ha); G (%): Porcentaje de área basal; V: Volumen bruto (m³/ha); dmc: Diámetro Medio Cuadrático (cm).

Especie	N	G	G (%)	V	dmc
Coigüe	11	4,87	79,0	56,56	75
Raulí	1	0,10	1,7	0,96	36
Otros	7	0,06	0,9	0,16	10
Total residual	19	5,03	81,5	57,67	58
	N	G extraída	G extraída (%)	V extraída	dmc extraído
Tocón Coigüe	1	0,48	7,8	5,54	78
Tocón Raulí	1	0,64	10,5	6,71	91
Tocón Otros	1	0,01	0,2	0,07	13
Total cosechado	3	1,13	18,5	12,33	69
Total original	22	6,16	100,0	70,00	60

1.4 Parcela 4

Esta parcela se ubica entre las coordenadas 5748000 norte y 251900 abscisa. Esta parcela se caracterizó por tener abundante presencia de coigüe principalmente (Cuadro N°18) y en menor porcentaje lo acompaña el raulí (Figura N°12).

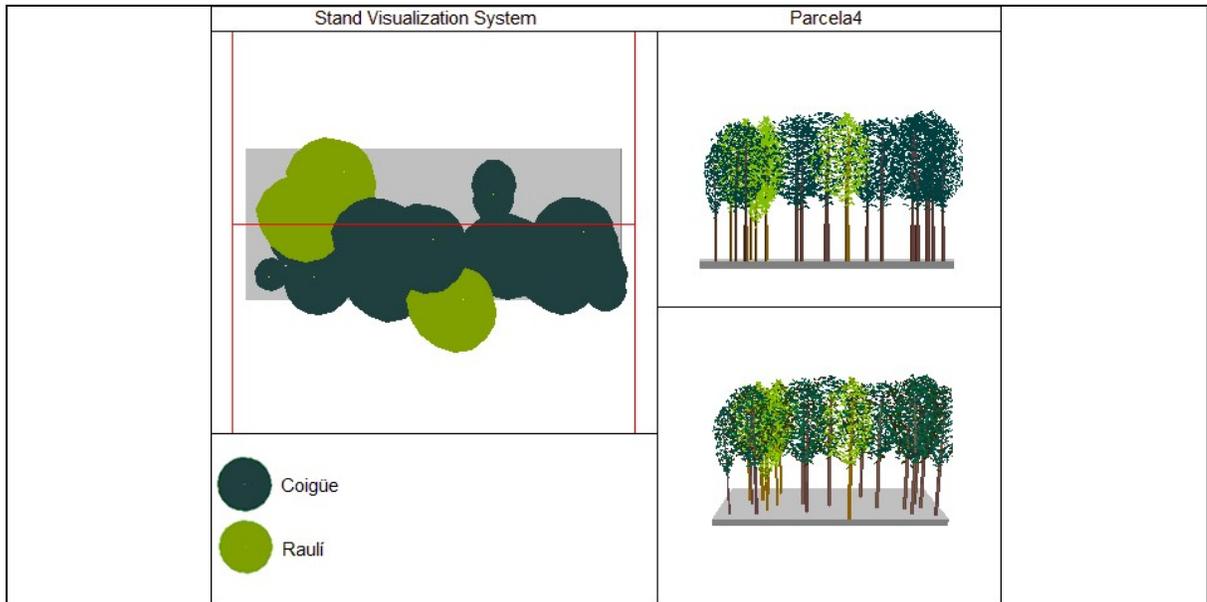


Figura N° 12: Perfiles de vegetación de la parcela 4, previo a la ejecución del plan de manejo forestal.

Se registraron 18 individuos en pie y 3 tocones.

Cuadro N° 18: Resumen información inventario Parcela 4. N: Número de árboles; G: Área basal (m^2/ha); G (%): Porcentaje de área basal; V: Volumen bruto (m^3/ha); dmc: Diámetro Medio Cuadrático (cm).

Especie	N	G	G (%)	V	dmc
Coigüe	11	2,87	52,4	32,02	58
Raulí	7	1,31	24,0	12,88	49
Otros	0	0,00	0,0	0,00	0
Total residual	18	4,18	76,4	44,89	54
	N	G extraída	G extraída (%)	V extraída	dmc extraído
Tocón Coigüe	2	1,00	18,2	11,53	80
Tocón Raulí	1	0,29	5,4	2,91	61
Total cosechado	3	1,29	23,6	14,44	74
Total original	21	5,47	100,0	59,33	58

1.5 Parcela 5

Esta parcela se ubica entre las coordenadas 5747900 norte y 251800 abscisa. Esta parcela se caracterizó por tener alta presencia de coigüe mayoritariamente (Cuadro N°19) y en porcentajes menores se registró roble y raulí (Figura N°13).

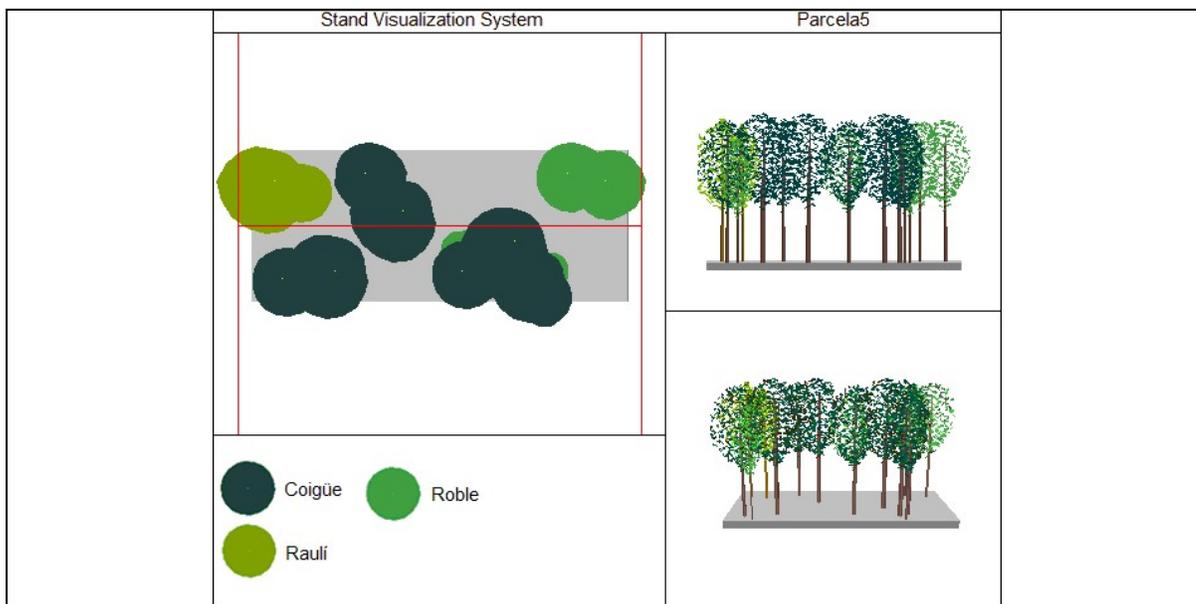


Figura N° 13: Perfiles de vegetación de la parcela 5, previo a la ejecución del plan de manejo forestal.

Se registraron 15 individuos en pie y no se encontraron tocones.

Cuadro N° 19: Resumen información inventario Parcela 5. N: Número de árboles; G: Área basal (m²/ha); G (%): Porcentaje de área basal; V: Volumen bruto (m³/ha); dmc: Diámetro Medio Cuadrático (cm).

Especie	N	G	G (%)	V	dmc
Coigüe	8	2,72	72,4	30,96	66
Raulí	2	0,39	10,5	3,88	50
Roble	5	0,64	17,1	6,89	40
Otros	0	0,00	0,0	0,00	0
Total residual	15	3,75	100,0	41,73	56
	N	G extraída	G extraída (%)	V extraída	dmc extraído
Tocón Coigüe	0	0,00	0,0	0,00	0
Tocón Raulí	0	0,00	0,0	0,00	0
Tocón Roble	0	0,00	0,0	0,00	0
Total cosechado	0	0,00	0,0	0,00	0
Total original	15	3,75	100,0	41,73	56

2. Parcelas de monitoreo (nuevas para este estudio)

2.1 Parcela 6

La parcela 6 está ubicada en las coordenadas 5747900 norte y 252000 abscisa. Se caracterizó por tener 97% de presencia de roble (Figura N°14).

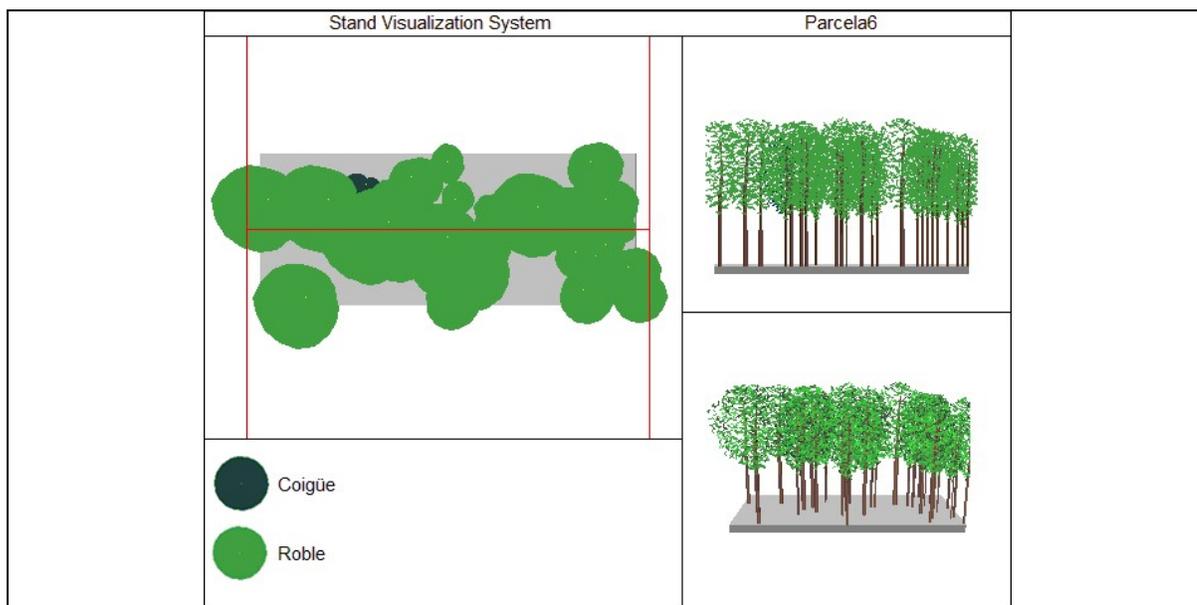


Figura N° 14: Perfiles de vegetación de la parcela 6, previo a la ejecución del plan de manejo forestal.

Se registraron en total 24 individuos en pie (todos robles) y 12 tocones (Cuadro N°20).

Cuadro N° 20: Resumen información inventario Parcela 6. N: Número de árboles; G: Área basal (m²/ha); G (%): Porcentaje de área basal; V: Volumen bruto (m³/ha); dmc: Diámetro Medio Cuadrático (cm).

Especie	N	G	G (%)	V	dmc
Coigüe	0	0,00	0,0	0,00	0
Raulí	0	0,00	0,0	0,00	0
Roble	24	3,43	67,0	37,30	43
Otros	0	0,00	0,0	0,00	0
Total residual	24	3,43	67,0	37,30	43
	N	G extraída	G extraída (%)	V extraída	dmc extraído
Tocón Coigüe	1	0,06	1,2	0,59	28
Tocón Raulí	0	0,00	0,0	0,00	0
Tocón Roble	11	1,63	31,8	17,95	43
Total cosechado	12	1,69	33,0	18,54	42
Total original	36	5,12	100,0	55,84	43

2.2 Parcela 7

Esta parcela está ubicada en las coordenadas 5748000 norte y 252100 abscisa. Se caracterizó por tener una importante presencia de coigües en el estrato más alto, acompañado en menor cantidad de raulí (Figura N°15).

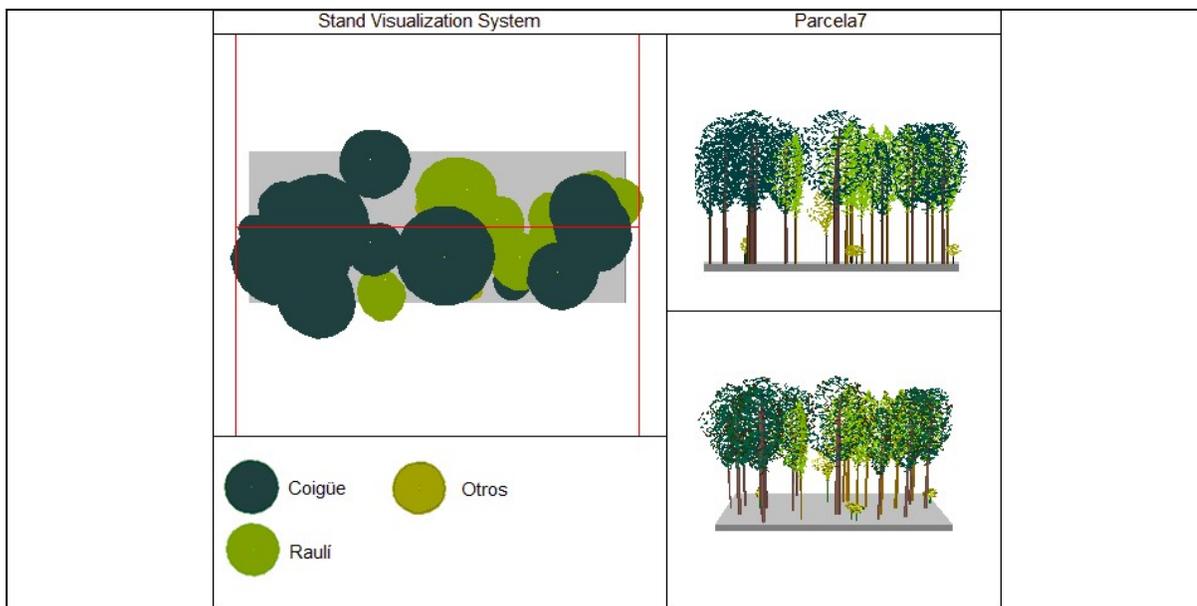


Figura N° 15: Perfiles de vegetación de la parcela 7, previo a la ejecución del plan de manejo forestal.

Se registraron un total de 31 individuos en pie, principalmente de coigüe y pitra, además se encontraron 3 tocones. En sus estratos más bajos se encontraron una importante presencia de pitra e individuos de arrayán macho en menor cantidad, sin embargo, entre ambas especies alcanzan el mismo porcentaje de presencia que el que presentó el coigüe (Cuadro N°21).

Cuadro N° 21: Resumen información inventario Parcela 7. N: Número de árboles; G: Área basal (m²/ha); G (%): Porcentaje de área basal; V: Volumen bruto (m³/ha); dmc: Diámetro Medio Cuadrático (cm).

Especie	N	G	G (%)	V	dmc
Coigüe	12	4,35	73,8	50,50	68
Raulí	7	0,97	16,4	9,33	42
Roble	0	0,00	0,0	0,00	0
Otros	12	0,08	1,4	0,15	9
Total residual	31	5,40	91,6	59,97	47
	N	G extraída	G extraída (%)	V extraída	dmc extraído
Tocón Coigüe	1	0,36	6,1	4,07	67
Tocón Raulí	2	0,14	2,3	1,27	30
Tocón Roble	0	0,00	0,0	0,00	0
Total cosechado	3	0,50	8,4	5,34	46
Total original	34	5,90	100,0	65,32	47

2.3 Parcela 8

Esta parcela está ubicada entre las coordenadas 5748100 norte y 252100 abscisa. Se caracterizó por tener una importante presencia de coigües, llegando casi a la mitad del porcentaje por especies (Cuadro N°22). En un estrato más bajo se registró una significativa presencia de otras especies, entre ellas trevo y arrayán macho. Finalmente, en un porcentaje menor se encontró raulí (Figura N°16).

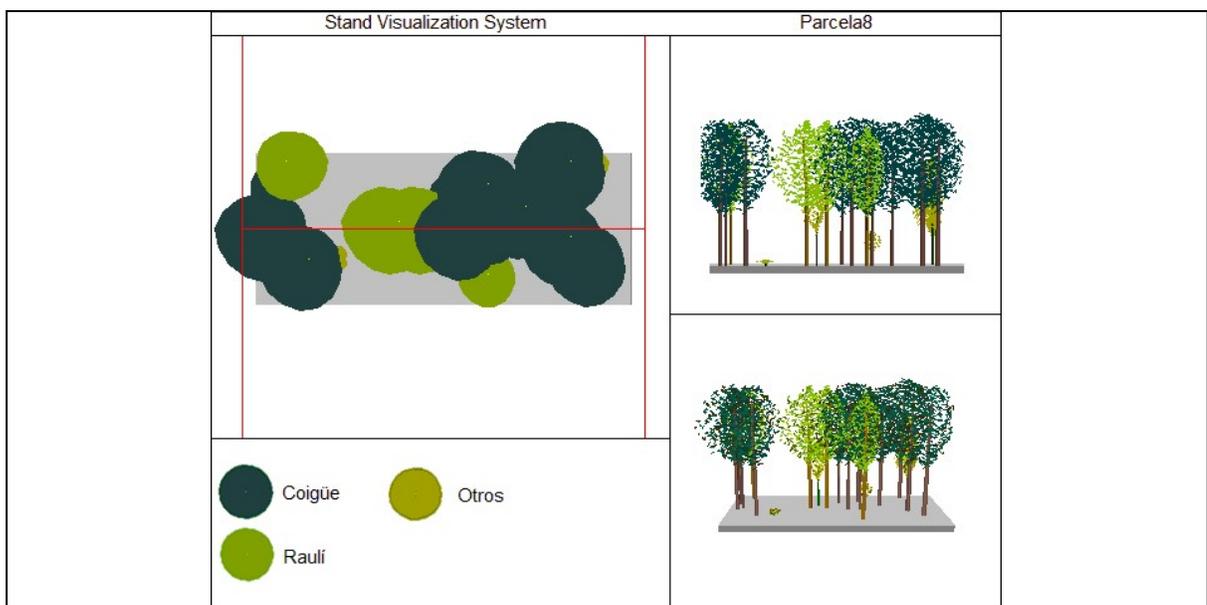


Figura N° 16: Perfiles de vegetación de la parcela 8, previo a la ejecución del plan de manejo forestal.

Se registraron un total de 23 individuos en pie, mayoritariamente de coigüe, y solo 2 tocones en toda la parcela medida (Cuadro N°22).

Cuadro N° 22: Resumen información inventario Parcela 8. N: Número de árboles; G: Área basal (m²/ha); G (%): Porcentaje de área basal; V: Volumen bruto (m³/ha); dmc: Diámetro Medio Cuadrático (cm).

Especie	N	G	G (%)	V	dmc
Coigüe	11	3,55	69,1	40,46	64
Raulí	4	0,94	18,3	9,35	55
Otros	8	0,17	3,3	1,21	16
Total residual	23	4,66	90,6	51,02	51
	N	G extraída	G extraída (%)	V extraída	dmc extraído
Tocón Coigüe	2	0,48	9,4	5,41	55
Tocón Raulí	0	0,00	0,0	0,00	0
Total cosechado	2	0,48	9,4	5,41	55
Total original	25	5,14	100,0	56,43	51

2.4 Parcela 9

Esta parcela está ubicada en las coordenadas 5748200 norte y 252100 abscisa. Se caracterizó por la presencia masiva de especies sin un mayor interés forestal maderero, en las cuales se destacó el lloime, arrayán macho y trevo (Cuadro N°23). En menor porcentaje se encontraron individuos de coigüe y raulí (Figura N°17).

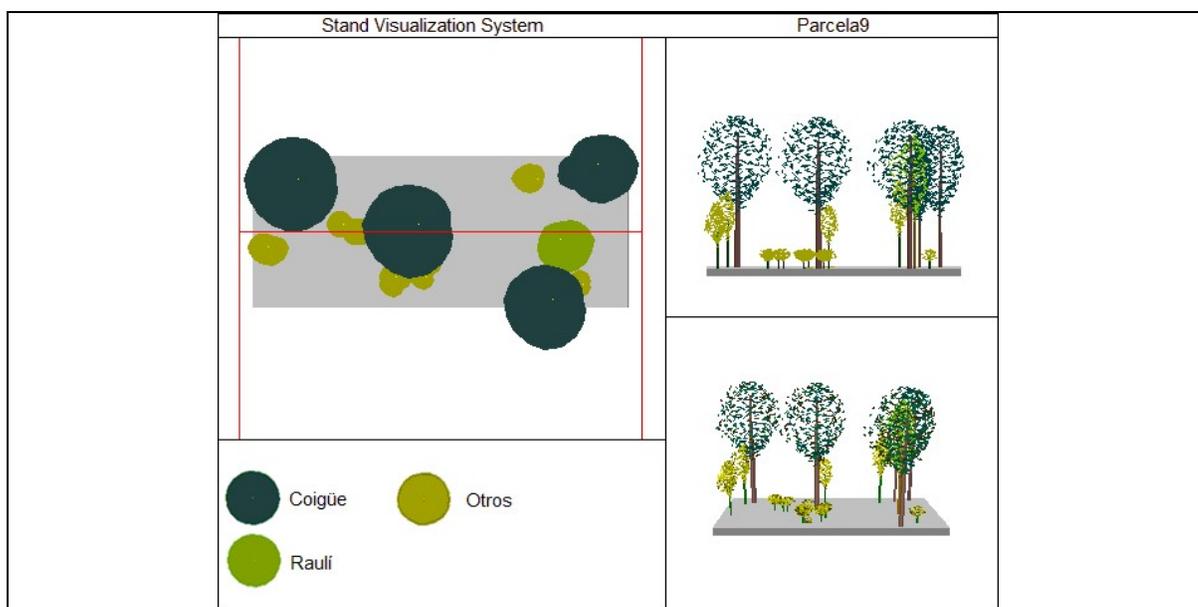


Figura N° 17: Perfiles de vegetación de la parcela 9, previo a la ejecución del plan de manejo forestal.

Se registraron un total de 23 individuos en pie, correspondientes a 17 ejemplares de especies de estratos bajos (lloime, trevo y arrayán macho) y solo 2 tocones.

Cuadro N° 23: Resumen información inventario Parcela 9. N: Número de árboles; G: Área basal (m²/ha); G (%): Porcentaje de área basal; V: Volumen bruto (m³/ha); dmc: Diámetro Medio Cuadrático (cm).

Especie	N	G	G (%)	V	dmc
Coigüe	5	2,71	91,0	31,76	83
Raulí	1	0,10	3,4	0,96	36
Roble	0	0,00	0,0	0,00	0
Otros	17	0,14	4,7	0,39	10
Total residual	23	2,95	99,1	33,11	40
	N	G extraída	G extraída (%)	V extraída	dmc extraído
Tocón Coigüe	0	0,00	0,0	0,00	0
Tocón Raulí	0	0,00	0,0	0,00	0
Tocón Roble	0	0,00	0,0	0,00	0
Tocón Trevo	2	0,03	0,9	0,13	13
Total cosechado	2	0,03	0,9	0,13	0
Total original	25	2,98	100,0	33,24	39

2.5 Parcela 10

La parcela 10 se ubica en las coordenadas 5748300 norte y 252300 abscisas. Se caracterizó por la alta presencia de raulí en el estrato más alto, acompañado de coigüe y tepa en segunda prioridad (Cuadro N°24). En los estratos inferiores una baja presencia de trevo, pitra y arrayán macho (Figura N°18).

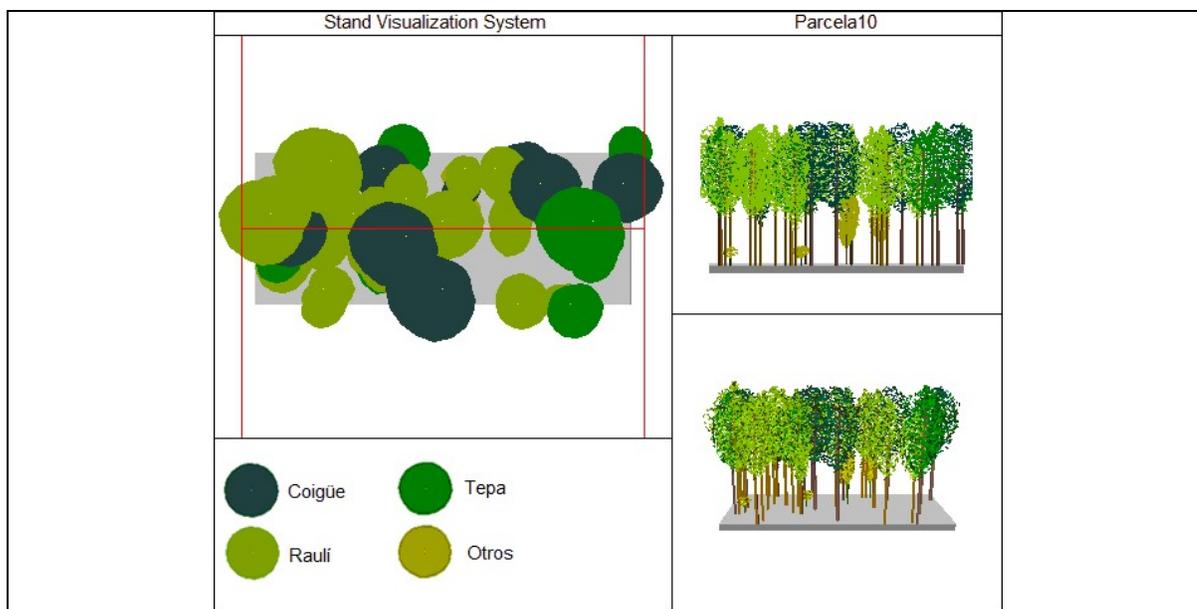


Figura N° 18: Perfiles de vegetación de la parcela 10, previo a la ejecución del plan de manejo forestal.

Se registraron un total de 39 individuos en pie, con una alta dominancia de raulí.

Cuadro N° 24: Resumen información inventario Parcela 10. N: Número de árboles; G: Área basal (m^2/ha); G (%): Porcentaje de área basal; V: Volumen bruto (m^3/ha); dmc: Diámetro Medio Cuadrático (cm).

Especie	N	G	G (%)	V	dmc
Coigüe	8	1,27	23,4	13,97	45
Raulí	19	2,22	40,9	21,28	39
Tapa	6	0,77	14,2	8,75	40
Otros	6	0,06	1,0	0,20	11
Total residual	39	4,31	79,4	44,20	38
	N	G extraída	G extraída (%)	V extraída	dmc extraído
Tocón Coigüe	1	0,14	2,5	1,47	42
Tocón Raulí	4	0,86	15,8	8,55	52
Tocón Tapa	1	0,12	2,2	1,35	39
Total cosechado	6	1,12	20,6	11,37	49
Total original	45	5,43	100,0	55,58	39