

TESIS DOCTORAL DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS Y FORESTALES

“Características estructurales que inciden en la regeneración natural de bosques cosechados bajo cortas de protección de Nothofagus pumilio (lenga) a lo largo de gradientes ambientales en Tierra del Fuego, Argentina: Adecuación de prácticas silvícolas para el manejo sostenible”

por

Ing. Ftal. (Mag.) Dardo Paredes

Dr. Guillermo Martínez Pastur

Centro Austral de Investigaciones Científicas
(CADIC-CONICET)

Director

Dr. Juan Manuel Cellini

Laboratorio de Investigaciones en Maderas
(LIMAD-UNLP)

Codirector



FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

La Plata, Argentina

2023

Dedicado

A la memoria de mis padres

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo de tesis es el resultado de varios años de registro de datos en el campo, de lectura, de nuevos aprendizajes no solo técnicos y científicos, sino de la manera de complementar dicho estudio y arte con el quehacer cotidiano en el ámbito laboral y con el ámbito familiar. Las personas que me han inspirado de manera permanente (y también presionado) fueron Guillermo Martínez Pastur y Juan Manuel Cellini, director y co-director de tesis. Ambas personas además de haber aceptado tomar la responsabilidad de orientar y conducir dicho trabajo, también aceptaron el desafío de tener un estudiante de doctorado con un desarrollo laboral distinto al científico, ello connota un mayor agradecimiento.

A María Vanesa Lencinas, Yamina Micaela Rosas, Alejandro Huertas Herrera, Juan Miller, Rosina Soler, quienes desde el CADIC aportaron colaboraciones para el procesamiento de datos en programas estadísticos, información climática y observaciones generales para el aporte científico del trabajo. Así como los aplausos y palabras de aliento para finalizar dicha instancia.

A Daniel Quiroz y Javier Ojeda colegas de la Dirección General de Desarrollo Forestal quienes estuvieron desde el primer verano de registro de datos de campo y con la buena voluntad de acompañamiento, quienes fueron sumándose en los años siguientes Antony Fagnani, Martin Parodi, Federico Trangoni, Hernan Schorhn y Sebastian Farina.

A Vanina Costas, Mauricio Giacheti, Hortensia Alvarez Mansilla, Bruno Varela, Jorge Cañas por sus buenas predisposiciones para el registro de datos en terreno en los distintos veranos de trabajo.

A Bety por su paciencia, tolerancia y presencia incondicional. A Nicolás y Maximiliano por motivarme a ser inspiración.

A la Universidad Nacional de La Plata que a través de la Comisión de Grado Académico y Secretaria de Posgrado y Capacitación a Distancia facilitaron las instancias administrativas y actos administrativos a fin de mi permanente regularización en la carrera.

A la Universidad pública y gratuita que ofrece las oportunidades para el crecimiento personal y profesional permanente.

INDICE GENERAL

Resumen	i
Abstract	v
Capítulo I: Introducción General	
1.1 Los bosques de <i>Nothofagus</i> en Patagonia Sur	1
1.1.1 Consideraciones climáticas y orográficas	4
1.1.2. Dinámica natural de los bosques de <i>Nothofagus pumilio</i>	7
1.1.2.1 Los disturbios en la dinámica de los bosques	11
1.2 La Silvicultura en los bosques de <i>N. pumilio</i>	13
1.2.1 Cortas de protección	17
1.2.2 Retención variable	19
1.2.3 Selección en grupos	23
1.2.4 Otros métodos	24
1.3 La actividad forestal y la problemática asociada en Tierra del Fuego	26
1.3.1 Problemáticas en la implementación del manejo forestal	30
1.3.2 Consideraciones particulares a abordar en esta tesis	37
Capítulo II: Estructura y objetivos de la tesis	
2.1 Objetivo general y específicos	41
2.2 Hipótesis de trabajo	42
2.3 Descripción del área de estudio	43
2.3.1 Parcelas de muestreo	46
2.4 Estructura de la tesis	48
Capítulo III: Características climáticas, de elevación y de calidad de sitio en zonas de cosecha forestal en Categoría II – Ley N°26.331	
3.1 Introducción	51

3.2 Objetivo	54
3.3 Materiales y métodos	54
3.4 Resultados	56
3.5 Discusión	59
3.6 Conclusiones particulares	63

Capítulo IV: Estructura forestal

4.1 Introducción	64
4.2 Objetivos	67
4.3 Materiales y métodos	67
4.4 Resultados	71
4.5 Discusión	82
4.6 Conclusiones particulares	89

Capítulo V: Regeneración natural y sotobosque

5.1 Introducción	92
5.2 Objetivos	98
5.3 Materiales y métodos	98
5.4 Resultados	101
5.5 Discusión	116
5.6 Conclusiones particulares	131

Capítulo VI: Adecuación de prácticas silvícolas al manejo sostenible

6.1 Introducción	133
6.2 Objetivos	138
6.3 Materiales y métodos	138
6.4 Resultados	139

6.5 Discusión	159
6.6 Conclusiones particulares	165
Capítulo VII: Consideraciones Finales	
7.1 Conclusiones Generales	166
7.2 Recomendaciones para investigaciones futuras	168
7.3 Limitaciones del estudio realizado	171
BIBLIOGRAFIA CITADA	173
INDICE DE TABLAS Y FIGURAS	221
ANEXO I. Marco Normativo vinculante a la actividad forestal	225
ANEXO II. Variables dasométricas de uso común y consideraciones vinculantes a la normativa forestal	293
PUBLICACIONES Y EXPOSICIONES SURGIDAS DE ESTA TESIS	299

«« »»

RESUMEN

Las cortas de protección son la propuesta de manejo forestal de mayor implementación en los bosques de producción de *Nothofagus pumilio* (lenga) en la provincia de Tierra del Fuego. El principio silvícola asegura la continuidad del estrato arbóreo en dos intervenciones de cosecha para alcanzar la sostenibilidad durante el turno forestal. La primera intervención reduce la cobertura al mismo tiempo que asegurar una protección que favorezca la instalación de la regeneración natural; mientras que la segunda intervención o corta final está orientada a favorecer el desarrollo de la regeneración. Para una adecuada planificación forestal, el manejo de los bosques en la provincia necesita responder a dos escalas: una escala temporal y una escala espacial (territorial). La escala temporal comprende el tiempo que requiere la especie en su dinámica natural para su continuidad bajo las condiciones naturales (bióticas y abióticas) y las derivadas del impacto de la cosecha. En el corto plazo luego de la cosecha se presentan dos tipos de regeneración natural, aquella instalada antes del aprovechamiento forestal (preinstalada) y la regeneración que se establece después de la cosecha (postinstalada). El mediano plazo comprende la continuidad del manejo forestal a través de la implementación de la corta final a los fines de continuar favoreciendo el desarrollo de la regeneración natural y el uso maderero. La escala espacial comprende aspectos ambientales y ecológicos particulares de cada zona: bosques productivos en la región del ecotono estepa-bosque y los bosques cordilleranos. En ambas regiones se realizan planes de manejo forestal y en la actualidad, la normativa aún no especifica un criterio diferencial entre las mismas. El manejo de los bosques productivos de lenga se encuentra gestionado por la administración provincial, por lo que ambas escalas de estudio constituyen un aporte para la toma de decisiones.

El objetivo general de esta tesis fue determinar la relación entre la estructura forestal y la regeneración natural en bosques de lenga aprovechados mediante cortas de protección a lo largo de gradientes ambientales (temperatura, precipitación, evapotranspiración, elevación) y calidad de sitio en dos períodos de tiempo: 5 años (Post+5) y 10 años (Post+10) luego de la cosecha forestal. Se pretende generar herramientas para la toma de decisiones en la realización de las cortas de protección en las regiones naturales de los bosques de la provincia, de manera que el marco teórico sea implementado en el territorio. Se establecieron 72 parcelas (50 m x 10 m) en diferentes zonas geográficas (norte, este y sur de la provincia) donde se concentra la actividad forestal. La toma de datos para el estudio de la estructura forestal y de la regeneración natural consistió en variables dasométricas de uso común para

los inventarios forestales y evaluaciones de marcaciones silvícolas. Para el estudio de las condiciones ambientales se emplearon modelos climáticos para los puntos georeferenciados de los rodales estudiados. Se realizó el procesamiento y análisis estadístico de la información ambiental y dasométrica considerando los períodos de tiempo post-cosecha y las zonas geográficas. Para que los resultados obtenidos de la tesis puedan ser de utilidad para la toma de decisiones, se realizó un relevamiento del marco normativo que regula la actividad forestal, así como la descripción de los procesos técnicos y administrativos que son llevados a cabo diariamente para la fiscalización de la producción forestal en la provincia.

Los gradientes de temperatura media anual, la evapotranspiración potencial, la elevación y la calidad de sitio resultaron sin diferencias significativas entre las zonas de estudio. La precipitación media anual presentó diferencias significativas entre la zona norte (404 mm año⁻¹) en relación al este y sur (438 y 431 mm año⁻¹, respectivamente). La estructura forestal presentó diferencias significativas entre las distintas zonas y períodos post-cosecha en las variables de densidad y diámetro medio. La estructura del bosque primario presentó similares valores dasométricos en todo el territorio (57,2 a 62,2 m² ha⁻¹ de área basal y 603,4 a 690,6 m³ ha⁻¹ de volumen total). En todos los casos la corta de protección se realizó con la marcación silvícola dejando 30,0 m² ha⁻¹ de área basal remanente. Sin embargo, la estructura remanente post-cosecha varió entre 32,9 y 38,9 m² ha⁻¹ de área basal, mostrando diferencias con la marcación. Los diámetros cosechados fueron de 41,0 y 51,4 cm, demostrando un criterio selectivo hacia los mejores individuos. En el mediano plazo la estructura dañada se debió, principalmente, al efecto del viento (13,0 a 16,6 m² ha⁻¹). Estos valores son mayores a los reportados en las áreas de manejo forestal en el sur de Chile, lo cual permitió considerar que las prácticas de cosecha (volteo y arrastre de fustes) pueden ser una parte causal del debilitamiento de la estructura remanente. Finalmente, la estructura actual resultó con valores similares de área basal (16,3 a 23,4 m² ha⁻¹) y volumen total (177,1 a 263,8 m³ ha⁻¹) en las zonas estudiadas. Solo se presentaron diferencias significativas en el diámetro medio, siendo la zona norte la que presentó una estructura en la actualidad con árboles de diámetros mayores (47,8 cm) respecto al este y sur (30,9 y 33,0 cm, respectivamente). La aptitud maderera de esta estructura actual resultó del orden del 21,9 al 39,9 % de las existencias actuales. Luego de la cosecha forestal la cobertura vegetal en el suelo fue del 53 %, siendo la regeneración de lenga el grupo con mayor abundancia sobre otros grupos vegetales durante el Post+5 (abundancia del 24,1 % y existencias entre 121,3 a 489,6 miles plantas ha⁻¹) y durante el Post+10 (abundancia del 30,8 % y existencias entre 78,7 a 184,6 miles plantas ha⁻¹). Los umbrales de densidad de plantas en los rodales estudiados fueron coincidentes con los

obtenidos en otros estudios de bosques cosechados en Patagonia Sur. De esta manera, en ninguno de los casos estudiados se observó una interrupción del proceso regenerativo del bosque. Se determinó que la regeneración preinstalada y postinstalada se complementan satisfactoriamente luego de la cosecha forestal. En el Post+5 la regeneración preinstalada fue del 49,9 % y la regeneración postinstalada del 50,1%. En el Post+10 la regeneración preinstalada fue del 40,2 % y la regeneración postinstalada del 59,8 %. Las métricas de la regeneración estudiadas determinaron que la zona norte tuvo mayor existencia de plantas dañadas por efecto de la herbivoría durante el Post+10 (67,9 %) en relación a las zonas este y sur (25,0 y 0,6 % respectivamente), lo cual determinó menor tasa de crecimiento en altura (5,5 cm año⁻¹) en relación a las zonas este y sur (16,6 y 16,0 cm año⁻¹, respectivamente). Estos resultados sugieren que los daños por herbivoría requieren mayor monitoreo, especialmente en la zona norte donde confluyen mayoritariamente ganado doméstico y herbívoros nativos. La variable ambiental que más influyó sobre el desarrollo de la regeneración natural fue la precipitación media anual, mientras que la estructura forestal no resultó mayormente influyente sobre la dinámica de la regeneración. El relevamiento de los marcos normativos y los procedimientos de fiscalización presentaron fortalezas y falencias. Se destaca que la información técnica generada en los inventarios forestales y evaluaciones de marcaciones silvícolas, es considerada en la toma de decisiones vinculante a la actividad productiva en el bosque. Se utilizan variables dasométricas de uso convencional en toda la región de los bosques productivos de Patagonia Sur. Las condiciones mínimas propuestas pueden constituir un disparador para alcanzar estándares de buenas prácticas silvícolas y avanzar con los criterios e indicadores de sostenibilidad.

En función a los resultados obtenidos se concluye que las áreas de cosecha forestal se ubican en gradientes de precipitación diferenciales entre la zona norte y las zonas este y sur. La zona norte también presenta los mayores daños por herbivoría y la menor tasa de crecimiento de la regeneración. Las zonas este y sur luego de 10 años post-cosecha forestal presentaron condiciones de precipitación y tasas de crecimiento de la regeneración favorables, generando las condiciones óptimas para implementar la corta final. Particularmente, en la zona sur del territorio la regeneración natural luego de los 5 años de la cosecha, puede considerarse establecida a los fines de la continuidad del manejo forestal. La cosecha forestal en todo el territorio mantuvo la continuidad del criterio selectivo de los árboles con mayor aptitud maderera para la industria local, lo cual puede considerarse como la causante del incumplimiento del tratamiento silvícola de cortas de protección propuesta. Si bien se mantuvo una cobertura forestal a lo largo de los primeros 10 años post-cosecha que permitió

el desarrollo de la regeneración, aún quedan interrogantes sobre las prácticas propiamente dichas, a fin de acercar el marco teórico a la implementación de buenas prácticas de manejo forestal en el territorio. Estos resultados servirán para generar procedimientos técnicos estandarizados, que junto con el monitoreo de áreas cosechadas en todas las zonas geográficas, podrán retroalimentar los marcos normativos y la toma de decisiones para los bosques productivos de la provincia de Tierra del Fuego.

««« »»»

ABSTRACT

The shelter-wood cuts is the most implemented method for *Nothofagus pumilio* (lenga) forest management in the province of Tierra del Fuego. The silvicultural principle ensures the continuity of the overstory in two main interventions to achieve forest sustainability: the first intervention slightly reduces canopy while leaving enough protection for natural regeneration throughout the harvested stand; while the second intervention or final cuts is aimed to promote the development (height and diameter increase) of natural regeneration. For more effective planning, forest management in the province should consider both, temporal and spatial scales. The temporal scale includes the species natural dynamics and the time required for its continuity under natural conditions (biotic and abiotic) and those derived from the harvest. The short term dynamics after harvesting begins with seedlings installed before (pre-installed regeneration) and after the harvesting (post-installed regeneration). The medium term dynamics necessarily include the implementation of the final cuts to promote height growth of established natural regeneration and the future timber use. The spatial (landscape) scale includes environmental and ecological aspects particular of each region: forests located in the ecotone-forest region in the North, and the mountain region in the South-East of the province. Forest management plans are carried out in both regions and currently, the regulations still do not specify a differential criterion between them. The management of lenga forests is regulated by the provincial administration, so both scales constitute a significant contribution for decision-making.

The main objective of this thesis was to determine the relationship between forest structure and natural regeneration in lenga forests harvested through shelterwood cuts along environmental gradients, including elevation and site quality during two time periods after harvesting: five (Post+5) and ten years after harvesting (Post+10). 72 Plots (50 mx 10 m) were established in different forest harvested areas (north, east and south of the province) where sawmill activity is concentrated. Data collection for the study of forest structure and natural regeneration consisted of dasometric variables commonly used in forest inventories and evaluations of silvicultural markings. To study the environmental conditions, climatic models were used for the georeferenced studied stands. The processing and statistical analysis of the environmental and dasometric data was carried out considering the time after harvesting and the geographical areas. The results obtained from these analyses can be useful for decision-making, and to achieve this, a survey of the regulatory framework that regulates forestry activity was carried out, as well as the description of the technical and administrative process defined for the control of forestry activity in the province.

Temperature gradients, potential evapotranspiration, elevation, and site quality were not significantly different among areas. The mean annual precipitation differed significantly between the north (404 mm yr⁻¹) compared to the eastern and southern areas (438 and 431 mm yr⁻¹, respectively). Tree density and mean diameter presented significant differences between the different areas and periods after harvest. The original structure presented similar dasometric values throughout the landscape (57.2 to 62.2 m² ha⁻¹ of basal area and 603.4 to 690.6 m³ ha⁻¹ of total volume). In all cases, the shelterwood cuts leaved approximately 30.0 m² ha⁻¹ of basal area of remaining trees. However, the remaining post-harvest structure varied between 32.9 and 38.9 m² ha⁻¹ of basal area, showing differences with marking. The diameters harvested were 41.0 and 51.4 cm, demonstrating a selective criterion towards the best individuals. In the medium term, damages on the structure were determined mainly by the wind, which caused individual trees fall (13.0 to 16.6 m² ha⁻¹ of basal area). These values are higher than those reported for southern Chile, which would mean that harvesting practices (turning and dragging of stems) may be a causal part of the weakening of the remaining structure. Finally, the current structure also presents similar values of basal area (16.3 to 23.4 m² ha⁻¹) and total volume (177.1 to 263.8 m³ ha⁻¹) in the different studied areas. There were only significant differences in the mean diameter between areas, with the northern area currently presenting a structure with larger diameters (47.8 cm) compared to the east and south (30.9 and 33.0 cm, respectively). Regarding the timber aptitude, 21.9 to 39.9% of current stocks remain in the remnant overstory. After the forest harvest, the vegetation cover on the forest ground was 53% of which lenga regeneration was more abundant than the other plant groups during Post+5 (abundance of 24,1 % and stocks between 121,3 to 489,6 thousand plants ha⁻¹) and during Post+10 (abundance of 30,8 % and stocks between 78,7 to 184,6 thousand plants ha⁻¹). These values are consistent with other studies of harvested forests in Southern Patagonia. Thus, none of the plots presented an interruption of the regenerative process. It was determined that pre-installed and post-installed regeneration complement each other satisfactorily after forest harvest. During Post+5, 49,9 % was pre-established and 50,1 % of post-established regeneration. During Post+10, 40,2 % was pre-established and 59,8 % post-established regeneration. The values determined that the northern area was characterized by a greater presence of plants damaged by the herbivory during Post+10 (67,9 %) in relation to the eastern and southern areas (25,0 and 0,6 % respectively) which derived in lower height growth rates (5.5 cm yr⁻¹) in relation to the eastern and southern areas (16.6 and 16.0 cm year⁻¹, respectively). These results suggest that herbivory damage requires further monitoring, especially for the northern area where mostly domestic

livestock and native fauna converge. The environmental variable that had the most significant influence on the natural regeneration was the mean annual precipitation, while the forest structure did not play a substantial role in shaping regeneration dynamics. The survey of regulatory frameworks and inspection procedures revealed both strengths and weaknesses. It is worth noting that technical data derived from forest inventories and silvicultural assessments plays a pivotal role in decision-making that directly impacts forest productivity. Dasometric variables of conventional use are used in the region for timber forests in Southern Patagonia. The proposed minimum conditions may can serve as a catalyst for achieving standards of environmentally sustainable silvicultural practices, advancing sustainability criteria, and developing new indicators.

Based on the obtained results, it can be concluded that forest harvesting occurs across a precipitation gradient, whit variations observed between the northern, eastern, and southern areas. The northern area differed from the other harvested areas due to highest herbivory damage and the lowest height growth rates of natural regeneration. In contrasts, the eastern and southern zones, after ten years of the forest harvest, exhibited favorable precipitation conditions and growth rates of natural regeneration conducive to final cuts. This development provided a layer of natural regeneration and a forest structure suitable for that purpose. Notably, in the southern area of the territory, natural regeneration can be considered established after five years post-harvesting for the continuation of forest management. Throughout the territory, forest harvesting consistently adhered to the selective criteria, prioritizing trees with the best timber aptitude for the local industry. This may explain the deviation from theoretical silvicultural treatment of shelterwood cuts proposed. Despite maintaining forest cover throughout the entire forest cycle, which positively influenced natural regeneration, questions persist regarding the implementation of harvest practices. In such a way as to bring the theoretical framework closer to the implementation of good forest management practices. These findings hold the potential to generate standardized technical procedures. When coupled with ongoing monitoring of the harvested areas in all the studied areas, they can catalyze positive synergies with the regulatory framework and decision-making processes governing timber forests in the province of Tierra del Fuego.

«« »»

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN GENERAL

1.1 Los bosques de *Nothofagus* en Patagonia Sur

Los árboles del género *Nothofagus* forman parte de la familia *Nothofagaceae* con un total de 35 especies (APG, 2003), el cual ha despertado gran interés para la fitogeografía debido a su especial distribución en el hemisferio sur (Darlington, 1965; Van Steenis, 1972). Resulta importante en el sur de Australia y Nueva Zelanda (Australasia), donde se encuentra el 75 % de las especies de este género, así como en Sudamérica (Alberdi, 1987; Ramirez, 1987). En el Bosque Andino Patagónico de Argentina y Chile es posible encontrar diez especies, tres de ellas siempreverdes (*Nothofagus dombeyi* (Mirb.) Oerst., *Nothofagus betuloides* (Mirb.) Oerst. y *Nothofagus nítida* (Phil.) Krasser) y las restantes caducifolias (*Nothofagus pumilio* (Poepp. & Endl.) Krasser, *Nothofagus antarctica* (G. Forst.) Oerst., *Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst., *Nothofagus alpina* (Poepp. & Endl.) Oerst., *Nothofagus alessandri* Espinosa, *Nothofagus glauca* (Phil.) Krasser) y *Nothofagus macrocarpa* (A.DC.) F.M. Vázquez & R.A.Rodr. (Dimitri, 1972; Donoso, 1987, 1996; Premoli et al., 2012; Acosta y Premoli, 2018; Mathiasen et al., 2020). Estas formaciones se conocen como “selva austral cordillerana”, “bosques antárticos”, “bosques australantárticos”, “bosques subantárticos”, “selva subantártica”, “bosques australes” y “bosques andino-patagónicos subregión de los bosques meridionales o distrito Magellánico” (Frenguelli, 1941; Cabrera, 1971; Frangi et al., 2004; Morello et al., 2012). Se extienden como una estrecha franja sobre el macizo cordillerano desde el norte de Neuquén a los 36° 55' S (Soliani et al., 2017), prolongándose 2089 km hasta la provincia de Tierra del Fuego, a los 55° 00' S. En esta provincia alcanza un ancho máximo de 226 km de este a oeste (Parodi, 1964; Cabrera, 1971; Dimitri, 1972; Hildebrand Vogel et al., 1990; Santos Biloni, 1990; Veblen et al., 1996b; Roig, 1998; Burkart et al., 1999; Primer Inventario Nacional de Bosques Nativos, 2007; Morello et al., 2012; Oyarzabal et al., 2018). El límite altitudinal desciende desde los 2.000 m.s.n.m. cerca de su límite norte continental, hasta alcanzar el nivel del mar en su límite sur en Tierra del Fuego (Moore, 1983; Frangi et al., 2004).

La Patagonia Sur es un espacio históricamente transfronterizo y semiperiférico que integra las actuales regiones de Magallanes y Aysén en Chile, y las provincias de Santa Cruz, Tierra del Fuego y el sur de Chubut en Argentina (Schweitzer, 2011, 2016; Oliva et al., 2017). La Tierra del Fuego o Fueguia es un archipiélago de 66.000 km² de superficie, ubicado al sur del estrecho

de Magallanes, entre los 52° 25' a 56° 00' S y 63° 47' a 74° 05' O, la isla principal se denomina Isla Grande, con 48.000 km² de territorio, representando el 70 % de la superficie total del archipiélago (Frangi et al., 2004). El sector argentino se encuentra entre los 52° y 56° S, y los 63° y 75° O (Frangi y Richter, 1992), abarca una superficie de 20.180 km², limita al norte con el Estrecho de Magallanes, al sur con el Canal Beagle, al este con el océano Atlántico y al oeste con el sector chileno de la Isla, siendo el límite establecido el meridiano de 68°36' (Allué et al., 2010).

El territorio reúne variadas condiciones topográficas y climáticas que se reflejan en sus variaciones florísticas y fisonómicas (Frangi y Richter, 1992). Es posible definir cuatro tipos principales de vegetación: (i) la estepa patagónica, se extiende desde el norte de la provincia hasta el sur de la Ciudad de Rio Grande. Se caracteriza por suaves elevaciones que no superan los 200 m.s.n.m., interrumpidas ocasionalmente por cañadones, en los sectores más húmedos existe una abundante vegetación herbácea y están desprovistos de árboles (Milano y Marzocca, 1954). La comunidad clímax es la estepa de coirón (*Festuca gracillima* Hook. *F. var. Glacialis* Rúgulo & Nicora *var. glacialis*) acompañado por otras gramíneas (Frangi et al., 2004). (ii) Los turbales o tundra magallánica predominan en el extremo sur y occidental del archipiélago, presentan un relieve accidentado, alternándose sucesivamente con colinas que superan los 300 m.s.n.m. y valles (Milano y Marzocca, 1954; Tuhkanen et al., 1989-1990; Frangi et al., 2004). (iii) La vegetación altoandina está constituida por plantas en placa y cojín, superficies de rocas con escasas plantas superiores y predominio de líquenes por encima del límite del bosque (Timberline) (Moore, 1983; Frangi et al., 2004). (iv) El bosque subantártico se extiende desde el nivel del mar hasta los 600 a 700 m.s.n.m. (Barrera et al., 2000; Cuevas, 2002), situados al sur del paralelo 54° 00' S (Donoso, 1993). El bosque subantártico tiene predominancia de formaciones caducifolias o deciduas de *N. pumilio* (lenga), *N. antarctica* (ñire) y formaciones perennifolias o siempreverdes de *N. betuloides* (guindo o coigüe de Magallanes) (Cabrera, 1971). Estos bosques caracterizan el centro y sur de la provincia de Tierra del Fuego (Burkart et al., 1999). Diversos estudios (Cabrera, 1971; Tuhkanen, 1992; Bonino y Pelliza Sbriller, 1991; Collado, 2007, 2008; Allué et al., 2010; Morello et al., 2012) diferencian al bosque subantártico en la región del ecotono estepa-bosque, región de los bosques cordilleranos y región de los bosques con alternancia de turbales (Figura 1.1).

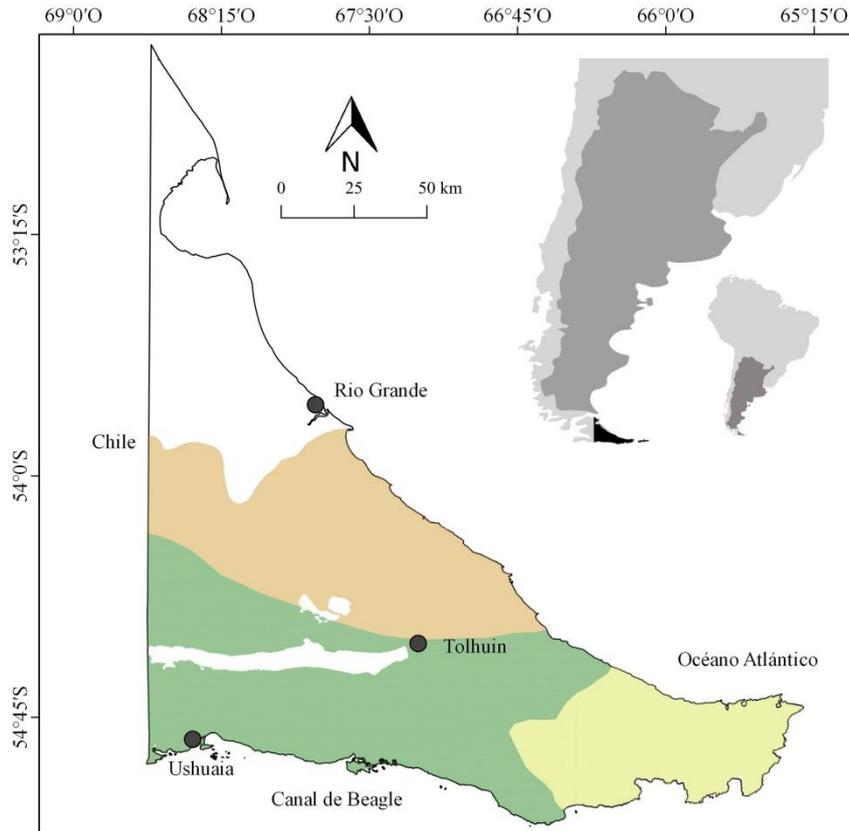


Figura 1.1. Mapa de ubicación de Tierra del Fuego y tipos de vegetación. Dónde: gris claro = América del Sur, gris = Argentina, negro = Tierra del Fuego, naranja = subregión ecotono estepa-bosque, verde = subregión de bosques de cordillera, amarillo = subregión de bosques con alternancia de turbales. Adaptado de Collado (2007).

La región del ecotono estepa-bosque cubre el 44 % de la superficie total del bosque subantártico, esta constituido por pequeños manchones de bosque abierto de *N. antarctica*, que alternan con la estepa de coirón en las partes más elevadas y con comunidades herbáceas húmedas (vegas) en las depresiones. Existen pequeños sectores de bosque de *N. antarctica* con alguna inclusión de *N. pumilio* ocupando las lomas y sectores más elevados. La región de los bosques cordilleranos se extiende hacia el sur de la zona del ecotono hasta el canal de Beagle y desde el límite con Chile por el oeste, hasta aproximadamente los 66° 20' O. La topografía es netamente montañosa (desde el nivel del mar hasta los 1.400 m.s.n.m.) y está determinada por la alternancia de grandes sierras y valles. La vegetación dominante es el bosque caducifolio de *N. pumilio* hasta los aproximadamente 600 m.s.n.m. de altitud. Estos bosques conforman el piso más alto de la vegetación leñosa y también se encuentran en las laderas de los cerros bajos. La región de los bosques con alternancia de turbales, se extiende en el sur y sureste cordillerano

donde los bosques de *N. betuloides* ocupan las zonas más húmedas y frías, eventualmente acompañando los bosques de *N. pumilio* (bosques mixtos magallánicos).

El área cubierta por bosques en el sector argentino de la isla alcanza el 35 % de su superficie total y asciende a 733.907 ha, de los cuales los bosques puros de *N. pumilio* son las formaciones predominantes ocupando el 45 % de la superficie boscosa provincial (Wabö, 1998; Collado, 2001; Ley 869/12). Los bosques puros de *N. pumilio* de la provincia de Tierra del Fuego representan el 23 % de la superficie de estos bosques en Argentina (1,4 millones ha) (CIEFAP, 2016; Mattenet et al., 2018; Salinas et al., 2019). De acuerdo a la información de la Dirección General de Desarrollo Forestal del Gobierno de la Provincia de Tierra del Fuego y al Programa Nacional de Estadística Forestal del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación, las actividades de cosecha forestal históricamente y en la actualidad se realizan en los bosques puros de *N. pumilio*, correspondientes a las regiones del ecotono estepa-bosque y a los bosques cordilleranos. Estas formaciones boscosas conservan una valiosa biodiversidad, y a pesar de estar expuestas cada vez a mayores impactos antrópicos, aún constituyen los ecosistemas forestales con el mejor estado de conservación y últimas reservas de los bosques templados en el mundo (Armesto et al., 1999; Arroyo et al., 1996; Mittermeier et al., 2003; Donoso, 2006).

1.1.1 Consideraciones climáticas y orográficas

La Isla Grande de Tierra del Fuego reúne diferentes condiciones fisiográficas y climáticas debido a la variada orografía presente en su terreno y a la influencia bioceánica (Kreps et al., 2012). La Cordillera de los Andes constituye un rasgo geomórfico con enorme influencia en la expresión espacial de distintos climas y en la distribución de los ecosistemas de Sudamérica en general (Morello, 1985). En Tierra del Fuego, la altitud desciende desde los 2000 m.s.n.m. cerca de su límite norte continental hasta alcanzar el nivel del mar, cambiando de rumbo de oeste a este paralelamente al canal de Beagle (Moore, 1983; Frangi et al., 2004; Morello et al., 2012). Esta orientación permite la entrada de corrientes húmedas en la zona sur y que se reflejan en su fisionomía vegetal (Kreps et al., 2012). Los bosques fueguinos corresponden al dominio de climas sub-polares del hemisferio sur, determinados por el régimen térmico, la circulación atmosférica y la radiación solar, con marcada influencia de la masa de hielo antártico, de las corrientes occidentales frías y de la alta relación masa oceánica / masa terrestre (Burgos, 1985). Asimismo, la posición latitudinal subantártica genera una fuerte influencia de masas de aire frías y húmedas que determinan un clima del tipo templado frío (Iglesias de Cuello, 1981).

La temperatura media anual en el archipiélago se encuentra entre los 5,5 °C en Río Grande y los 5,9 °C en Ushuaia; los veranos son frescos y cortos, con temperaturas medias que no superan los 10,0 °C y 11,0 °C; los inviernos se presentan largos con abundantes nevadas y heladas, no resultando excesivamente fríos, con medias entre -1,0 °C y 2,0 °C (Tuhkanen et al., 1989-1990; Frangi y Richter, 1992; Brancaloni et al., 2003; Kreps et al., 2012). Por lo general, se pueden presentar pequeñas diferencias estacionales de temperatura, eventualmente las mayores diferencias pueden ocurrir durante los inviernos (Puigdefábregas et al., 1988). La temperatura del mar (4,0 °C en invierno y primavera) ejercen una gran influencia en las condiciones térmicas costeras que muestran medias sobre cero durante los meses fríos del año; los veranos son más frescos hacia el sudoeste y sur con temperaturas que no superan los 10,0 °C (medias de 8,0 y 9,0 °C) denotando la influencia del mar (7,0 °C), mientras que los inviernos no son excesivamente fríos, con medias entre 0 y 2,0 °C, las temperaturas más altas se registran en el oeste del archipiélago (Frangi et al., 2004; Morello et al., 2012). El interior de la isla constituye un núcleo de mayor amplitud térmica (mínimas de -0 °C, máximas de 10,0 °C), con mínimas temperaturas causantes de heladas, debidas a las condiciones nocturnas de relativa calma y baja humedad atmosférica (Tuhkanen, 1992). Los bosques de *N. pumilio* si bien se desarrollan a lo largo de una extensa distribución latitudinal, el factor climático principal que define su extensión es la temperatura, con requerimientos que consisten en valores medios anuales entre 6,5 a 7,0 °C y hasta 3,5 a 4,0 °C (Salinas et al., 2019). En función a las temperaturas, la duración de la estación de crecimiento vegetal es de 5 meses, desde noviembre a marzo (Tuhkanen, 1992).

Las precipitaciones se distribuyen a lo largo de todos los meses del año (Moore, 1983; Tuhkanen, 1992). La precipitación media anual para el territorio provincial es de 400 a 600 mm año⁻¹ con un máximo en otoño y verano, y donde los incrementos se desarrollan en la cordillera central como consecuencia de la influencia orográfica sobre los vientos (Frangi et al., 2004; Lencinas, 2005). La magnitud de las lluvias y las condiciones de presión y viento, son mayores en las costas del Océano Pacífico (más de 2.000 mm año⁻¹) y se reducen hacia el paisaje colinoso y llano del centro y norte insular (menos de 200 mm año⁻¹) (Iturraspe et al., 1989). En el sector argentino de la isla, el gradiente de precipitación aumenta de norte a sur, siendo menores a 300 mm año⁻¹ en la zona norte, y en la sur supera los 1.000 mm año⁻¹; particularmente en lugares de mayor altitud, variando entre el nivel del mar y los 1.500 m.s.n.m. (Pisano, 1997; Kreps et al., 2012). Este gradiente de precipitaciones influye fuertemente en la distribución de la vegetación a través del archipiélago (Moore, 1983; Frederiksen, 1988). En invierno la precipitación nívea es abundante, no se mantiene por mucho tiempo en los lugares próximos al mar, en zonas montañosas (por encima de los 700 m.s.n.m. hacia el centro de la

isla) las coberturas níveas son de larga duración y permanentes (Moore, 1983; Tuhkanen et al., 1989-1990). Los bosques fueguinos se encuentran en zonas sin déficit de agua, las magnitudes de flujo están asociadas al régimen de las precipitaciones (ej. densidad de lluvias), al relieve (ej. terreno ondulado, exposición y pendiente), ubicación geográfica (ej. centro o sur de la isla) y clima (ej. oceánico moderado o extremo) (Endlicher y Santana, 1988; Frangi y Richter, 1994). El balance hídrico es el condicionante decisivo en la distribución natural de *N. pumilio*, no se desarrolla en suelos de mal drenaje, presenta pobre desarrollo en suelos de baja fertilidad y en situaciones de marginalidad hídrica toma forma enana o no se instala (Salinas et al., 2019). Dichas condiciones coinciden con el gradiente altitudinal, en el extremo inferior altitudinal la especie crece como árboles erectos formando básicamente bosques puros, mientras que en el límite superior las plantas presentan una forma achaparrada o de “*krummholz*” (Tranquillini, 1979; Mathiasen, 2017).

Los vientos que caracterizan a la región están asociados al pasaje de ciclones en el Pacífico subpolar (Milano y Marzocca, 1954; Endlicher y Santana, 1988). La isla se encuentra ubicada en la faja latitudinal de los vientos del oeste con humedad proveniente del Océano Pacífico, soplan fuerte y persistentemente todo el año (Mutarelli y Orfila, 1969; Prohaska, 1976; Moore, 1983). El Lago Fagnano y la región oriental forman un corredor en el que los vientos provenientes del suroeste modifican su dirección en sentido oeste-este y se suman a los vientos dominantes del oeste (Tuhkanen, 1992). En la zona central de Tierra del Fuego la velocidad del viento alcanza una velocidad promedio de $8,5 \text{ km h}^{-1}$, siendo de menor intensidad en los meses invernales e incrementándose como fuertes y persistentes en la primavera y hacia el verano, alcanzando ráfagas máximas de 76 km h^{-1} (Milano y Marzocca, 1954; Endlicher y Santana, 1988; Iturraspe et al., 1989). El viento es un factor importante en la dinámica de la estructura forestal (Ver Apartado 1.1.2.1), ya que produce importantes daños a velocidades altas ($45 \text{ a } 85 \text{ km h}^{-1}$). Los daños pueden variar desde la rotura de ramas hasta el volteo masivo de árboles, dependiendo de las características anatómicas de las especies, las condiciones hídricas del suelo y las prácticas silvícolas (Niemeyer Mac-Niven, 2005; Cellini, 2010). Por otro lado, la caída individual los árboles en fases avanzadas de desarrollo influenciadas por vientos, producen claros y permiten el crecimiento y establecimiento de la regeneración natural (Uriarte y Groose, 1991; Heinemann et al., 2000; Martínez Pastur et al., 2013b). Finalmente, los vientos constituyen el principal agente en la dispersión de las semillas (Barrera et al., 2000; Cuevas, 2000).

1.1.2 Dinámica natural de los bosques de *Nothofagus pumilio*

Los bosques puros de *N. pumilio* en Tierra del Fuego se encuentran entre los bosques con estructura y dinámica más sencillas y predecibles de los bosques templados sudamericanos (Martínez Pastur et al., 2017). Dicha dinámica se caracteriza por presentar una multi-etaneidad formada por bosquetes coetáneos (Rebertus y Veblen, 1993) o estructuras regulares originadas ocasionalmente por la caída masiva de árboles por vientos en superficies de hasta más de 1 km² (Rebertus y Veblen, 1993; Bava, 1999a). También se presentan rodales donde la caída de los árboles produce claros que favorecen el establecimiento de la regeneración, resultando en 3 o 4 estratos y conformando estructuras irregulares (Schmidt y Urzúa, 1982; Uriarte y Groose, 1991; Bava, 1999b; Heinemann et al., 2000; Martínez Pastur et al., 2013b). A lo largo de etapas sucesionales donde se combinan competencias inter e intra-específicas, la disponibilidad de recursos (ej. agua, nutrientes o luz), el clima (ej. temperaturas extremas, fuertes vientos) y la herbivoría representan las principales factores que modelan las estructuras forestales (Soler Esteban et al., 2012; Martínez Pastur et al., 2013a, 2017; Salinas et al., 2019).

El ciclo natural de los bosques de *N. pumilio* es del orden de 200 a 250 años, los bosques con mas de 250 años se encuentran en decrepitud desde el punto de vista productivo (Schmidt y Urzúa, 1982). Se presentan cuatro fases de duración variable de acuerdo a Schmidt y Urzúa (1982), Frangi et al. (2004) y Salinas et al. (2019), las cuales fueron adaptadas por Martínez Pastur et al. (2013b) para los bosques de Tierra del Fuego (Figura 1.2). (i) *Fase de desmoronamiento (D)*, corresponde a árboles sobremaduros de más de 250 años, se caracterizan por el desprendimiento de las placas de la corteza con hendiduras profundas a lo largo del tronco. En esta fase hay un aumento de la mortalidad y disminución de la cobertura de copas que permite el establecimiento de la regeneración natural. Se subdivide en (a) *Desmoronamiento con regeneración inicial*, cuando el rodal está dominado por un estrato con alta densidad de individuos menores a 10 cm de DAP y con una edad de hasta aproximadamente 40 años; (b) *Desmoronamiento con regeneración avanzada*, etapa de crecimiento vigoroso llegando a 60 años, donde la densidad disminuye por mortalidad como producto de una alta competencia. (ii) *Fase de crecimiento óptimo inicial (COI)*, los individuos se caracterizan por poseer una corteza lisa y con lenticelas a lo largo del tronco, esta fase corresponde desde que los individuos presentan entre 10 a 15 cm de diámetro hasta los 40 años de edad. (iii) *Fase de crecimiento óptimo final (COF)*, los individuos alcanzarían hasta un máximo de DAP de 50 cm donde la corteza se presenta resquebrajada y adherida al fuste, se extiende desde los 40 a los 120 años. (iv) *Fase de envejecimiento (E)*, la corteza de los árboles se encuentra agrietada y formando

placas, se alcanza el máximo volumen acumulado y disminuye el vigor de los individuos, la cobertura de copa y el crecimiento, se extiende desde los 120 a los 250 años. Las fases de desarrollo constituyen una variable de amplia utilización por los técnicos del sector privado y estatal en los inventarios forestales y durante la evaluación de las marcaciones silvícolas a los fines de caracterizar a las áreas de bosques productivos en los planes de manejo forestal en la provincia de Tierra del Fuego (Parodi et al., 2017).

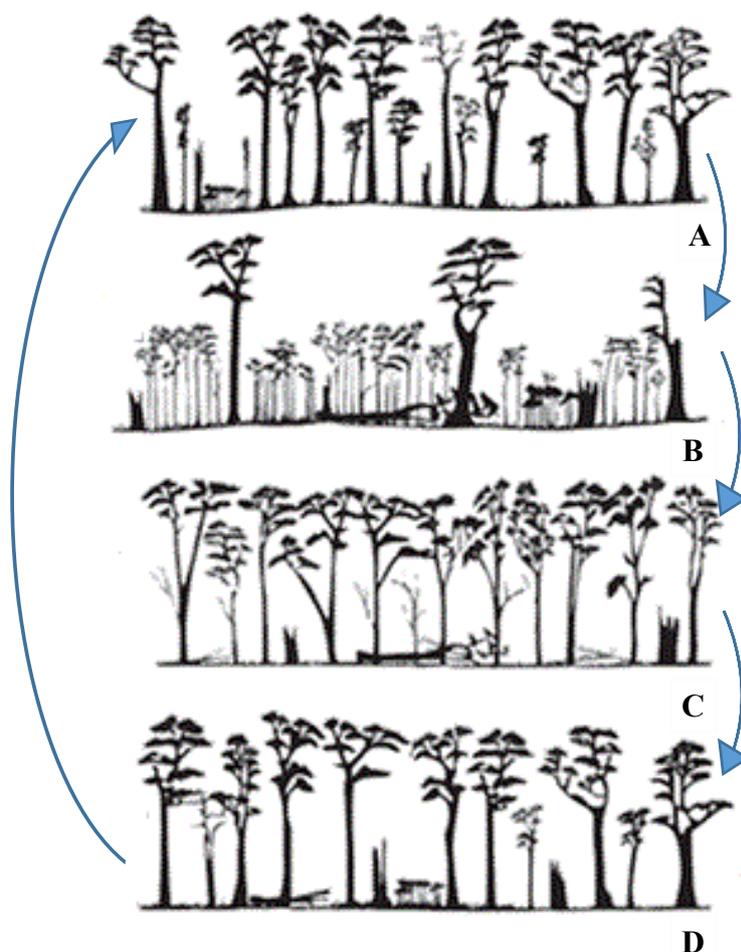


Figura 1.2. Representación de las fases de desarrollo de los bosques de lenga: (A) fase de desmoronamiento, (B) fase de desmoronamiento con regeneración avanzada, (C) fase de crecimiento óptimo, (D) fase de envejecimiento. Adaptado de Martínez Pastur et al. (2013b).

Nothofagus pumilio posee flores unisexuales, monoicas, florece en primavera, el polen es dispersado por el viento (polinización anemófila) y con altas tasas de fecundación cruzada (Rodríguez et al., 1983; Rodríguez, 1990; Riveros et al., 1995; Premoli, 1997). Los frutos

corresponden a la clasificación botánica de aquenio, contienen una semilla (excepcionalmente dos) o ninguna en caso de fallar la fecundación, la maduración se produce en un período de 5 a 6 meses y la dispersión de febrero a mayo (Rodríguez et al., 1983; Muñoz, 1993; Veblen et al., 1996b). El fruto y la semilla conforman una unidad y en la manipulación de uso cotidiano se utiliza la denominación de “semilla”. En el límite inferior del bosque o en los bosques basales, la reproducción de esta especie es a través de semillas y su crecimiento posterior se asocia a la apertura gradual del dosel arbóreo (Uriarte y Groose, 1991; Heinemann et al., 2000; Martínez Pastur et al., 2013b). Por otro lado, hacia el límite altitudinal superior del bosque la producción de semillas es menor, y la continuidad de la especie ocurre principalmente por una abundante producción de rebrotes de raíz (Martínez Pastur et al., 1997b; Cuevas, 2000; Daniels, 2000; Premoli, 2004).

La dispersión de las semillas se realiza por gravedad y el agente dispersor principal es el viento (especies anemócoras) (Wardle, 1985; Donoso, 1993; Barrera et al., 2000; Cuevas, 2000). La dispersión de las semillas es de 1 a 2 veces la altura del árbol, con distancias de dispersión que pueden variar de 2 a 3 km (Donoso Zegers, 1993; Preest, 1963) hasta distancias máximas de 6 km y 12 km (Wardle, 1980; June, 1982). La distancia de dispersión está íntimamente ligada con la estructura forestal (ej. altura de los árboles), con las variables ambientales (ej. velocidad y dirección del viento), con las variables físicas (ej. tipo de paisaje) y con la vegetación acompañante (Cellini, 2010). La disponibilidad de semillas ocurre en ciclos de alta y baja producción, siendo estos últimos cada 6 a 8 años (Cuevas, 1999, 2000; Schmidt et al., 1995). Dicha producción fluctúa entre 0,5 y 12 millones de semillas ha^{-1} (Schmidt, 1989). En los años de mayor producción pueden alcanzar los 15 millones de semillas ha^{-1} (Schmidt, 1997) y, excepcionalmente producir 50 millones de semillas ha^{-1} (Cuevas, 2000). Estos pulsos de máxima producción de semillas son conocidos localmente como “semillazón” o “masting” (Cellini, 2010), y se define como la producción sincronizada e intermitente de semillas en poblaciones de especies longevas (Janzen, 1971). Las fluctuaciones anuales en la producción de semillas pueden deberse a condiciones fisiológicas de cada árbol (ej. estrés), enfermedades y como estrategias para superar la depredación por poblaciones de insectos, mamíferos y aves (Silvertown, 1980). Dicha depredación puede ocurrir antes de la dispersión de las semillas por insectos y aves (Donoso, 2006; Soler Esteban et al., 2012; Martínez Pastur et al., 2013a, 2016a, 2017) y luego de la dispersión de las simientes como alimento de los mamíferos (Pulido y Diaz, 2005). También existe una importante pérdida de semillas por la caída de frutos inmaduros (Donoso, 2006). Asimismo, la existencia de condiciones en el suelo forestal de alta humedad y

presencia de gran cantidad de hongos constituyen una restricción severa a la sobrevivencia de las semillas en el sustrato (Cuevas y Arroyo, 1999).

El banco de semillas en el suelo forestal permite a las plantas mantener una fracción de sus propágulos latentes hasta que las condiciones del medio sean las adecuadas para la germinación y establecimiento de las plántulas (Brown y Venable, 1986). Es una especie que requiere para germinar un almacenaje en frío (Rocuant, 1984). Las semillas de *N. pumilio* que llegan al suelo permanecen viables solamente durante una temporada invernal, conformando un banco de semillas transitorio (Thompson y Grime, 1979; Cuevas y Arroyo, 1999). En la primavera, cuando la temperatura del suelo oscila entre los 0 a 20 °C con luminosidad total o parcial, se produce la germinación, aunque también puede germinar en condiciones de oscuridad completa (Cuevas y Arroyo, 1999).

La ausencia de un banco de semillas permanente es compensada por un banco de plántulas (Cuevas y Arroyo, 1999). *N. pumilio* es una especie no tolerante a la sombra y su óptimo fotosintético se encuentra en coberturas intermedias (Martínez Pastur et al., 2007a; Cellini, 2010; Cellini et al., 2013). Sin embargo, distintos estudios observaron comportamientos excepcionales de tolerancia de los bancos de plántulas a exposiciones extremas de cobertura. Veblen et al. (1996b) observaron que las plántulas de lenga pueden llegar a establecerse exitosamente bajo condiciones moderadamente altas de luz y en suelo mineral expuesto. Martínez Pastur et al. (2013b) indicaron que un banco de plántulas en los bosques primarios de Tierra del Fuego pueden superar los 15 años bajo cobertura completa. Cuevas y Arroyo (1999) observaron que el banco de plántulas en el bosque primario pueden permanecer suprimidas por más de 25 años y con alturas de hasta 10 cm. Veblen et al. (1996b) indicaron que los bancos de plántulas pueden sobrevivir hasta los 50 años en bosques ubicados en zonas de mayor elevación a nivel del mar y sin la competencia con otras especies del sotobosque. Este banco de plántulas se renueva periódicamente en función de las semillazones y de los eventos climáticos (ej. voltes de vientos) (Torres et al., 2015). También reaccionará frente a los cambios en la estructura del dosel superior debido a la cosecha forestal, al permitir el ingreso de luz y de la disponibilidad de agua de las precipitaciones (Martínez Pastur et al., 2011a). Todo ello le otorga una significativa plasticidad para responder a dichas variaciones del ambiente (Cuevas y Arroyo, 1999). Tal como las condiciones que genera la cosecha forestal en los bosques de producción en la provincia de Tierra del Fuego (Paredes et al., 2020).

1.1.2.1 Los disturbios en la dinámica de los bosques

Los bosques de *Nothofagus* en Sudamérica ocupan áreas sometidas a severas restricciones ambientales, asociadas a perturbaciones intensas y recurrentes que causan daño y muerte en los árboles (Veblen et al., 1996a) y, vinculados muchas veces a disturbios catastróficos (Veblen y Ashton, 1978; Veblen et al., 1980, 1981, 2004). Los disturbios son eventos relativamente discretos en el tiempo que alteran la estructura de la población, comunidad o ecosistema cambiando la disponibilidad de recursos, sustrato o ambiente físico (Pickett y White, 1985). Asimismo, estas perturbaciones son importantes conductores de la dinámica de los bosques, modelan la estructura, modifican la composición de las especies e influyen en la productividad y otros aspectos de su funcionamiento (Duncan, 1991; Díaz y Armesto, 2007; Promis, 2018). Las diversas especies y las comunidades forestales han estado permanentemente bajo la influencia de distintos regímenes de disturbio, de esta manera forman parte fundamental de los ecosistemas y crean las condiciones para el establecimiento y el crecimiento de nuevos individuos (Sousa, 1984; Pickett y White, 1985; Oliver y Larson, 1996). Los bosques fueguinos se desarrollan en distintos ambientes dando lugar a cronosecuencias, producto de los disturbios naturales, y que dan lugar a un mosaico de rodales de diferentes edades y estructuras (ej. fases de desarrollo como las descritas precedentemente), pero que corresponden a una única especie arbórea dominante (Frangi et al., 2004).

La estructura y dinámica de los bosques está asociada a disturbios de origen natural como volteos por viento, movimientos de masas y tectonismo (Veblen et al., 1981), procesos de desmoronamiento progresivo de los árboles iniciando con la mortalidad parcial de la copa y su avance gradual hacia la base del árbol (Veblen et al., 1996a), vulcanismo (Veblen, 1985), ataques de insectos, sequías e inundaciones (Oliver y Larson, 1996). Los disturbios por impactos antrópicos corresponden a las actividades agrícolas, aprovechamiento forestal (Oliver y Larson, 1996; Bava, 1999a) e incendios forestales causados por el hombre (Eskuche, 1973). El efecto que ambos disturbios ejercen sobre los bosques varía en función de la magnitud (ej. severidad e intensidad), la frecuencia de los mismos y la extensión del área afectada. Para los bosques de *N. pumilio* particularmente, los principales disturbios que tienen influencia de manera directa sobre la dinámica de éstos comprenden, de forma natural los volteos por vientos y por impactos antrópicos, la cosecha forestal y los incendios forestales. De manera indirecta y debido a la introducción de especies exóticas, se reporta el ganado vacuno doméstico, bagual y castores.

Los disturbios causados por los vientos se clasifican en: (i) caídas masivas de árboles (del inglés *blowdown*), (ii) ondas de mortalidad (*waves*) y, (iii) caídas individuales (*treefall*) (Veblen et al.,

1996a; Puigdefábregas et al., 1999; Fajardo y de Graaf, 2004). Las caídas individuales principalmente de árboles sobremaduros, son frecuentes en los bosques primarios afectando la estabilidad de los individuos vecinos y generando una dinámica de claros o “gaps” (Veblen et al., 1977, 1996c; Rebertus et al., 1997; Bava y Rechene, 2004), también descrita como dinámica de parches (Veblen, 1985; Veblen et al., 1996b). El éxito de la regeneración en los claros se encuentra atribuido a la escasa competencia con otras especies de árboles y plantas del sotobosque (Veblen, 1989), y a las condiciones microclimáticas favorables generadas por el disturbio (Lencinas et al., 2007). De esta manera, el desplazamiento o daño puntual de uno o más individuos genera la oportunidad directa o indirecta de establecimiento para nuevos individuos (Veblen et al., 1980, 1981, 2004) (Figura 1.3).

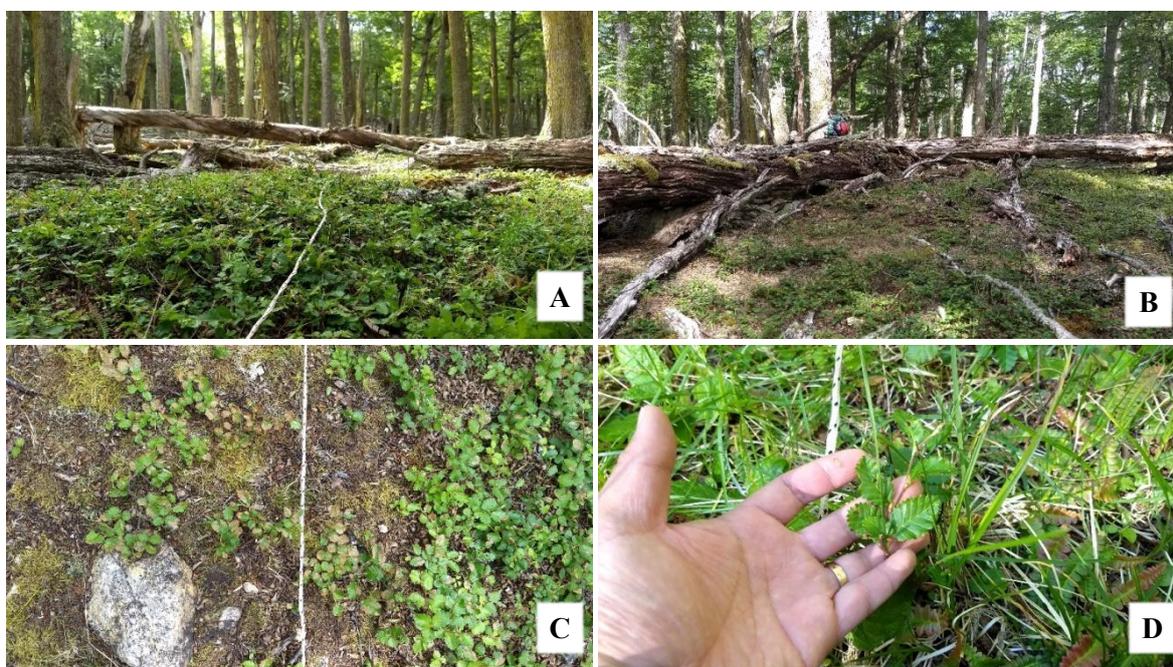


Figura 1.3. Dinámica de claros (*treefall*). (A) y (B) claro por caída individual de árboles y banco de plántulas; (C) banco de plántulas de *N. pumilio* sin competencia con el sotobosque; (D) banco de plántulas en competencia con el sotobosque. Estancia Pirinaica, región del ecotono estepa-bosque.

Las caídas masivas de árboles (*blowdown*) pueden alcanzar 1 km² (Rebertus y Veblen, 1993; Bava, 1999b). Bajo condiciones climáticas favorables, así como la ausencia de grandes herbívoros, la regeneración natural coloniza por completo el área disturbada y formando rodales totalmente coetáneos (Bava, 1999a; Veblen et al., 2004). Este período de crecimiento acelerado, demanda entre 70 y 100 años (Rusch, 1992; Schmidt y Urzúa, 1982; Uriarte y Grosse, 1991;

Rechene, 1996). En Tierra del Fuego se registraron caídas masivas de magnitud debido a ráfagas de viento mayores a 100 km h^{-1} luego de lluvias intensas concentradas en pocos días; en el mes de febrero de 1998 se derribaron 2.317 ha de bosque, en enero de 2004 se afectaron 587 ha, en octubre de 2009 resultaron 607 ha y en diciembre de 2010 se derribaron 4.500 ha de áreas boscosas (Collado y Bava, 2020).

Los incendios de bosques destruyen la vegetación y afectan las condiciones de fertilidad de los suelos, disminuyendo la disponibilidad de nutrientes, el contenido de materia orgánica y la humedad, y condicionando la capacidad de regeneración de las especies vegetales (Bava y Rechene, 2004; Collado y Bava, 2020). La recuperación de la vegetación luego del incendio se encuentra en relación al régimen de perturbaciones al que ha estado expuesta la comunidad a lo largo de su historia evolutiva, del tamaño y composición del banco de semillas, de la capacidad de rebrote de las especies vegetales y de las condiciones ambientales que permitan el establecimiento de las mismas (Kozłowski, 2002). En los bosques andino-patagónicos los incendios constituyen el disturbio antrópico de mayor magnitud sobre la vegetación (Veblen et al., 1996c). A partir de la colonización europea este tipo de disturbio se convirtió en la perturbación más importante en la región, asociada al crecimiento poblacional (Veblen et al., 1995; Kitzberger et al., 2000). La recuperación de las áreas incendiadas depende fundamentalmente de la ausencia del ganado y de la disponibilidad de semillas de los bosques aledaños y de los rodales remanentes de los incendios (Bava y Rechene, 2004). *N. pumilio* no posee mecanismos (principalmente por la ausencia de bancos de semillas) que posibiliten una recuperación natural a corto plazo luego de estos eventos catastróficos, requiriendo la intervención humana para favorecer la recuperación de estos bosques (Varela et al., 2006). En Tierra del Fuego existen 20.000 ha de bosques quemados a mediados del siglo XIX y alrededor de 5.000 ha fueron afectadas por incendios forestales a partir del año 2008 (Collado y Bava, 2020).

1.2 La silvicultura en los bosques de *N. pumilio*

La silvicultura clásica se define como el manejo científico de los bosques para la continua producción de bienes y servicios, a través de medidas tendientes a incrementar los rendimientos económicos de los rodales (Baker, 1950; Lamprecht, 1990). Asimismo, este concepto también implica la aplicación de los conocimientos de la ecología forestal al cuidado de los bosques (Hawley y Smith, 1982). En este marco, los sistemas silviculturales pueden ser: (a) sistemas de turno de corta, en los cuales se aplican ciclos repetitivos caracterizados por un turno o edad de

corta final o; (b) Sistemas de cubierta forestal continua, en los cuales las cortas se basan en mantener existencias dentro de un intervalo ideal de volumen o área basimétrica (Gadow et al., 2001, 2007; Diéguez Aranda et al., 2009). Los métodos silvícolas convencionales (ej. talas rasas, cortas de selección, cortas de protección, raleos) se fundamentan en criterios económicos (ej. costos, rendimiento y crecimiento) (Martínez Pastur et al., 1997a, 2000, 2002b, 2008; Cellini et al., 2005). Los cuales siguen las tendencias mundiales de los últimos 150 años que buscan transformar el bosque primario en bosques secundarios manejados con una alta productividad maderera (Oldeman, 1990; Martínez Pastur et al., 2012; Cellini et al., 2013). Al mismo tiempo debe asegurar el desarrollo de la regeneración natural en los rodales manejados, satisfacer las necesidades sociales y asegurar la provisión de todos los servicios ecosistémicos (Maguire et al., 2007; Perera et al., 2018). En este sentido, las prácticas de manejo silvicultural están siendo revisadas críticamente en respuesta al reconocimiento global de los bosques en la mantención de los recursos hídricos, suelos y estabilidad atmosférica, su papel en la protección de la biodiversidad, y la mayor sensibilidad de la sociedad a los valores estéticos y recreacionales (Swanson y Franklin, 1992; Remrod, 1993; Arroyo et al., 1992, 1995, 1996; Armesto y Smith-Ramírez, 1994; Smith et al., 1997; Donoso y Lara, 1999). En Argentina, a través de la Ley N° 26.331/07 de presupuestos mínimos de protección ambiental de los bosques nativos, se otorga un concepto con mayor amplitud a los bosques nativos, se definen en “ecosistemas forestales naturales compuestos predominantemente por especies arbóreas nativas maduras, con diversas especies de flora y fauna asociadas, en conjunto con el medio que las rodea (ej. suelo, subsuelo, atmósfera, clima, recursos hídricos) conformando una trama interdependiente con características propias y múltiples funciones, que en su estado natural le otorgan al sistema una condición de equilibrio dinámico y que brinda diversos servicios ambientales a la sociedad, además de los diversos recursos naturales con posibilidad de utilización económica”. Así, en el marco del manejo forestal a largo plazo a nivel mundial iniciado desde principios de la década de 1980, las alternativas silviculturales incluyen la conservación de la biodiversidad y los ciclos naturales del bosque en la toma de decisiones (Martínez Pastur et al., 2010, 2012; Lindemayer et al., 2012).

Las primeras experiencias prácticas de manejo forestal en Patagonia Sur han demostrado que es posible convertir los bosques vírgenes en bosques manejados, asegurando la perpetuación del recurso en el marco de un sistema sostenible (Mutarelli y Orfila, 1969; Schmidt y Urzúa, 1982). Para ello, la silvicultura debe considerar la diversidad de estados de estos bosques (ej. fase de desarrollo, grado de intervención, productividad del sitio) y proponer los métodos más

adecuados (Salinas et al., 2019). Martínez Pastur et al. (2007b, 2017). Soler Esteban et al. (2015) indican que los bosques de *N. pumilio* presentan atributos propios que permiten definir las posibles propuestas silvícolas y que corresponden a: (i) los bosques están formados por una sola especie forestal en el dosel dominante, y en general, con un único estrato arbóreo; (ii) poseen un banco de plántulas que sobrevive bajo cobertura forestal (ej. 10 a 15 años) y que se renueva periódicamente, o bien se establece abundantemente tras un cambio en las condiciones del dosel; (iii) el establecimiento de la regeneración se realiza en un amplio rango de condiciones ambientales, desde pequeñas aberturas en el dosel hasta sectores en laderas de alta montaña con remoción del suelo; y (iv) la especie es pionera y clímax en estos ecosistemas fueguinos. En consecuencia, las prescripciones silvícolas para estos los bosques pueden ser muy variadas, desde cortas de selección en grupo hasta talas rasas (Gea Izquierdo et al., 2004; Martínez Pastur et al., 2017). Tanto en Argentina como en Chile, la experiencia en silvicultura se refiere fundamentalmente a cortas de protección (Alvarez Gutiérrez y Grosse, 1979; Schmidt y Urzúa, 1982; Uriarte y Grosse, 1991; Schmidt y Caldentey, 1994), retención variable (ej. agregados) (Lencinas et al., 2017; Martínez Pastur et al., 2009, 2019, 2020), talas rasas y aclareos (Alonso et al., 1968; Mutarelli y Orfilla, 1969, 1971, 1973).

Los principios silvícolas en las cortas de protección, retención variable y aclareos emulan los procesos ecológicos de la dinámica de claros de distinta magnitud en bosques de *Nothofagus sp.* (Promis, 2018). A través de la manipulación de la cobertura arbórea se favorece el desarrollo de la regeneración y el crecimiento de los árboles a lo largo de las distintas etapas del manejo forestal (Cellini, 2010). También se propicia un equilibrio entre la apertura del dosel y el ingreso de luz, la llegada de precipitación al suelo, la producción de semillas y la protección de la regeneración natural (Gea Izquierdo et al., 2004; Cellini, 2010; Martínez Pastur et al., 2017). En las últimas décadas una práctica contemplada en los diversos tratamientos silvícolas consiste en la preservación de la madera muerta y restos de la cosecha distribuidos homogéneamente en los rodales, así como la mantención de árboles muertos en pie a los fines de la conservación de la biodiversidad (Martínez Pastur et al., 2013a, 2013b, 2017). En Tierra del Fuego de manera experimental se han implementado aclareos, raleos y cortas preparatorias, mientras que a escala territorial y productiva, se ha realizado la primera intervención de cortas de protección (o cortas diseminatorias) en bosques primarios maduros y sobremaduros (Figura 1.4).



Figura 1.4. Silvicultura en bosques puros de *N. pumilio* en Tierra del Fuego. (A) raleos en fases de crecimiento óptimo inicial. (B) Cortas preparatorias en fases de crecimiento intermedias entre óptimo inicial y final. (C) Cortas diseminatorias en fases de crecimiento óptimo final y (D) cortas diseminatorias en fase de envejecimiento.

1.2.1 Cortas de protección

Uno de los métodos de regeneración más difundidos es la corta de protección propuesta por Schmidt y Urzúa (1982) y aplicado generalmente en bosques monoespecíficos (Bava y Rechene, 2004) (Figura 1.5).

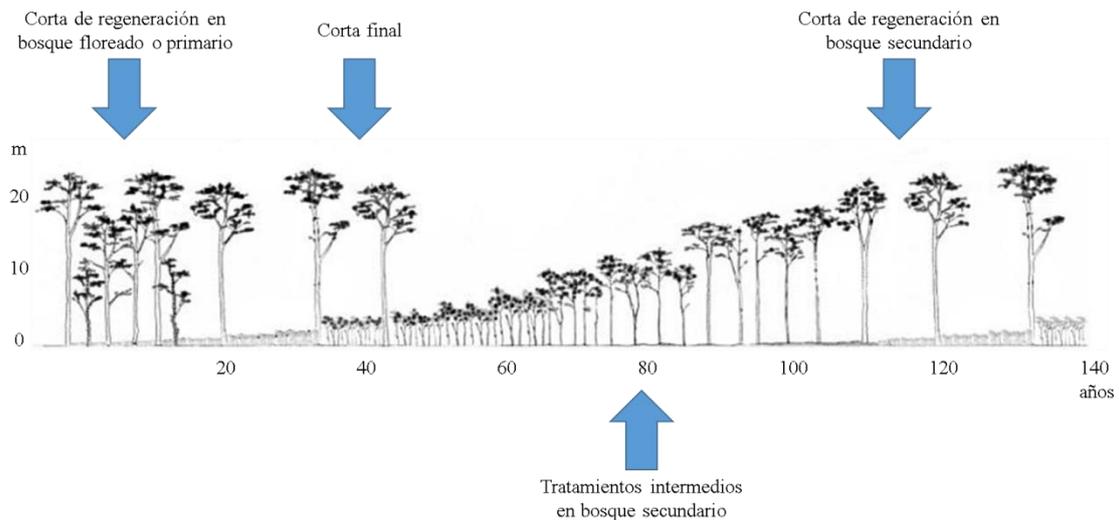


Figura 1.5. Cortas de protección para bosques de *N. pumilio* en un ciclo forestal de hasta 140 años. Adaptado de Schmidt y Urzúa (1982) y de Cruz et al. (2003).

El objetivo es la transformación del bosque primario en un sistema regular bajo manejo, obteniendo aumentos en el crecimiento, mejoras en el estado sanitario y en la calidad de la madera, mejorando así los índices de aprovechamiento y su posterior rendimiento en el aserradero (Schmidt y Urzúa, 1982; Martínez Pastur et al., 2000, 2002b; Cruz et al., 2003; Cellini et al., 2005, 2013). Schmidt y Urzúa (1982) han propuesto dos etapas de intervenciones, la primera comprende las condiciones iniciales del bosque, ya sea con cosecha por floreo o estructuras primarias, con existencias de regeneración mayores a 100 mil plantas ha^{-1} y donde es posible la primer corta denominada “de regeneración” o “diseminatorias”, la segunda corta en estados más avanzados en el desarrollo de la regeneración se denomina “final”. La segunda etapa comprende tratamientos intermedios en bosques secundarios o de segunda generación bajo manejo, que requiere considerar la densidad del rodal y la calidad de los árboles individuales.

La corta de protección en bosques primarios debe mantener una estructura en pie como dosel protector de alrededor del 30 a 50 % de cobertura, por 15 a 30 años hasta que se instale la regeneración natural (Schmidt y Urzúa, 1982). La producción de grandes volúmenes de madera

no apta para el aserrío es una característica esencial de la realización de estas cortas en Tierra del Fuego, los volúmenes aserrables que se obtienen no representan más de un 15 % del volumen total antes de la intervención (Cellini et al., 2003, 2017; Martínez Pastur et al, 2011b). Por lo que en Chile, la corta de protección destina dichos volúmenes no aserrables a la producción de astillas (Schmidt y Calentey, 1999; Cruz et al., 2003; Bava y Rechene, 2004). La corta de protección es el sistema de regeneración más difundido para la cosecha inicial de los bosques primarios en Tierra del Fuego (Martínez Pastur et al., 2000).

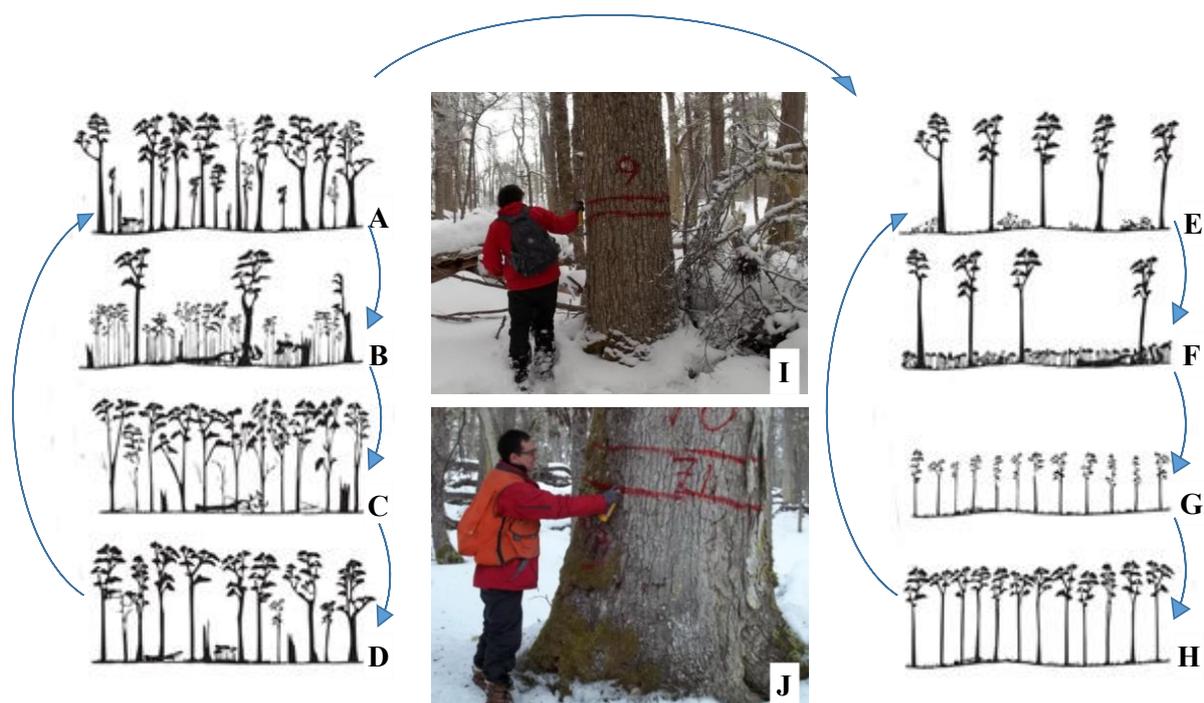


Figura 1.6. Sistema silvícola de cortas de protección para bosques de *N. pumilio*: (A) fase de desmoronamiento, (B) fase de desmoronamiento con regeneración avanzada, (C) fase de crecimiento óptimo, (D) fase de envejecimiento, (E) cortas de protección, (F) bosque regenerado mediante cortas de protección, (G) bosque secundario luego de realizada la corta final, (H) bosque manejado con con tratamientos silvícolas intermedios, (I) y (J) identificación de los árboles que deben quedar en pie a través del anillado del fuste con pintura color bermellón durante la tarea de marcación silvícola para una corta de protección. Adaptado de Martínez Pastur et al. (2013b).

Como se aprecia en la Figura 1.6, las fases de desarrollo representadas en las imágenes (A), (B), (C) y (D) corresponden a los estados posibles de los bosques primarios de Tierra del Fuego antes de la implementación de las cortas de protección. El tratamiento silvícola en la primera intervención de cosecha se materializa con la “marcación silvícola”, esta consiste en identificar

los árboles que deben quedar como dosel protector con un anillado realizado con aerosol color bermellón (u otro color visible) en el fuste de los árboles, tal como se aprecia en las imágenes (I) y (J). La identificación de los árboles con anillado deben alcanzar un área basal de $30 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$, estos árboles constituyen el área basal remanente o dosel protector. Se estima que sobrevivan al menos $20 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$, dicho valor es considerado suficiente para garantizar las condiciones de desarrollo y crecimiento de la regeneración natural (Martínez Pastur et al., 1999a, 2000, 2013b; Cellini, 2010; Cellini et al., 2013). En la imagen (E) se representa la distribución ideal de los árboles marcados, cuya distancia máxima deseable entre árboles remanentes es de 10 a 12 m (Bava y Rechene, 2004; Martínez Pastur et al., 2007a).

La estructura remanente debe estar conformada por árboles dominantes o codominantes, con amplias copas, buenos productores de semillas y con bajo coeficiente de esbeltez a fin de minimizar las caídas por viento y nieve (Cellini et al., 2013, 2017; Martínez Pastur et al., 2013b, 2017). Posteriormente, en la imagen (F) se representa una estructura remanente con desarrollo de la regeneración natural, en este estadio el modelo silvícola considera viable la realización de la segunda intervención de cosecha o corta final (Grose Werner et al., 2007; Pulido et al., 2000; Martínez Pastur et al., 2004b, 2013b; Cellini et al., 2005). Dependiendo de las condiciones locales de los sitios, dicha corta sería posible de realizar luego de 10 a 15 años de la primera cosecha, y la regeneración alcanza entre 50 y 100 cm de altura (Bava y Rechene, 2004). Para los bosques de Tierra del Fuego, la instalación de un umbral mínimo entre 20 a 30 miles plantas ha^{-1} , con alturas medias de 50 a 75 cm se alcanza en un período de 10 a 20 años luego de la primera cosecha de las cortas de protección (Martínez Pastur et al., 2017). Las imágenes (G) y (H) corresponden a bosques secundarios como resultado de la implementación de las cortas de protección.

1.2.2 Retención variable

El método de retención variable conserva estructuras del bosque original por más de un turno forestal a los fines de la provisión de servicios ecosistémicos, proporcionando un hábitat aceptable para sustentar la continuidad de la dinámica de las especies, mantener las condiciones microclimáticas de la unidad cosechada y propiciar las mejores condiciones para la recuperación del sistema natural previas al aprovechamiento (Arnott y Beese, 1997; Franklin et al., 1997; Chen et al., 1999; Aubry et al., 1999; Lindenmayer et al., 2006; Fedrowitz et al., 2014; Gustafsson et al., 2020). El método consiste en una retención dispersa y agregada (Martínez Pastur et al., 2000, 2009; Mitchell y Beese, 2002). Cuando la retención se implementa a través

de la marcación de árboles dispersos en la unidad de aprovechamiento y que deben permanecer en pie luego de la cosecha, se denomina “retención dispersa”. En caso de que la retención consista en parches de bosque de superficie variable sin intervenir, se conoce como “retención en agregados”. En la Figura 1.7, etapa (A) se representa la retención en agregados y dispersa inmediatamente finalizada la cosecha forestal, las etapas (B), (C) y (D) representan la dinámica del bosque luego de la cosecha forestal y las alternativas de manejo del bosque secundario.

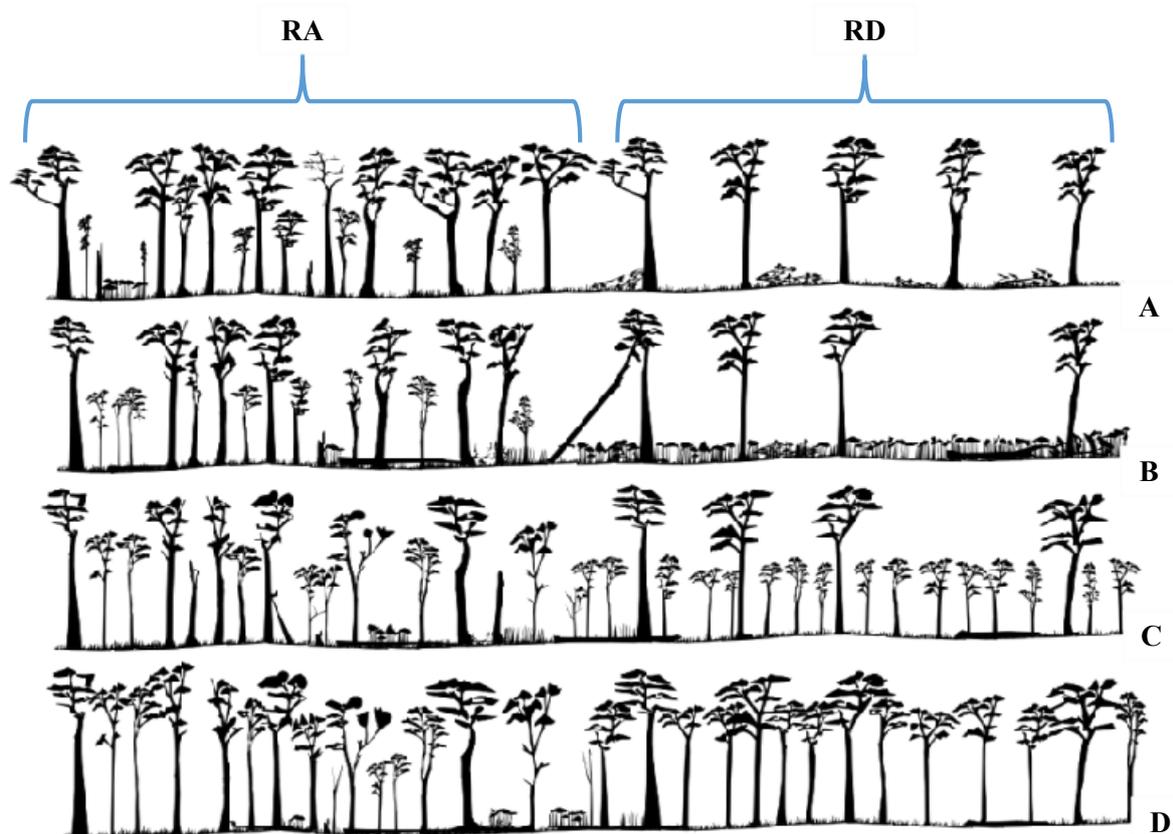


Figura 1.7. Sistema silvícola de retención variable para bosques de *N. pumilio*: RA= retención agregada; RD= retención dispersa; (A) aplicación de la corta dejando la RA y la RD, (B) RA y bosque regenerado en RD, (C) RA y bosque secundario con raleo y poda en RD, y (D) RA y bosque manejado con cobertura de árboles secundarios en RD. Adaptado de Cellini et al. (2013).

Esta alternativa se basa en el principio de mantener la complejidad estructural de los rodales manejados, a través de la conservación de un número mínimo de elementos constitutivos del bosque original (árboles dominantes del dosel, árboles muertos en pie y material leñoso sobre el suelo) durante todo el ciclo completo de rotación del bosque (Franklin et al., 1997; Armesto et al., 1999). Los diferentes grados de retención incrementan la heterogeneidad de los rodales

manejados, generando un gradiente que va desde condiciones similares al bosque primario dentro de los agregados hasta zonas con mayor impacto y alejados de los mismos en la retención dispersa (Martínez Pastur et al., 2013ab). El criterio de mayor importancia para seleccionar los árboles que quedan en pie es de orden biológico (árboles muy viejos, secos, árboles perchas o con huecos que sirven para la nidificación de varias especies de aves), un aspecto secundario es de orden paisajístico, ya que reduce la mala apariencia que suelen presentar vastas áreas sometidas a una cosecha forestal (Martínez Pastur et al., 2009, 2013b; Cellini, 2013).

El desarrollo de este sistema de manejo forestal ha sido analizado desde un punto de vista económico para las empresas, y se demostró que reduce significativamente los costos de marcación, fiscalización, volteo y rastreo, siendo el diseño de los caminos más ordenado y la ejecución de las tareas más eficiente (Martínez Pastur y Lencinas, 2005). El sistema de retención en agregados se ha implementado en una amplia gama de tipos de bosques en todo el mundo, los estudios a largo plazo indican la efectividad de la retención variable en la continuidad de los servicios ecosistémicos (Martínez Pastur et al., 2020).

En Tierra del Fuego la implementación de la retención variable consiste en: (i) la retención en agregados circulares de 60 m de diámetro (RA) sistemáticamente distribuidos en el rodal (a razón de 1 agregado por hectárea). La marcación silvícola consiste en realizar el anillado con aerosol color bermellón en los fustes de todos los árboles que conforman dicha retención; (ii) la retención dispersa (RD) de árboles vivos entre agregados a razón de 10 a 15 m² ha⁻¹, la marcación silvícola consiste en el anillado de los árboles que deben permanecer en pie; y (iii) la preservación de madera muerta y restos de la cosecha distribuidos homogéneamente en el área de intervención (Martínez Pastur y Lencinas, 2005; Martínez Pastur et al., 2009, 2013b; Cellini, 2010; Cellini et al., 2013). De acuerdo a los registros de la Dirección General de Desarrollo Forestal, dicha propuesta silvícola se encuentra en términos de superficie, por debajo de la superficie implementada bajo cortas de protección. En el año 2002 se inició un plan de manejo forestal en la zona del ecotono estepa-bosque y el cual se ha implementado en su totalidad bajo dicha propuesta silvícola. Otros planes iniciaron con dicha propuesta, pero posteriormente optaron por cortas de protección. En la Figura 1.8 se visualiza la implementación del sistema silvícola en Tierra del Fuego, donde (A) corresponde a una imagen satelital Sentinel 2 y (B) captura de plan de vuelo de un dron.

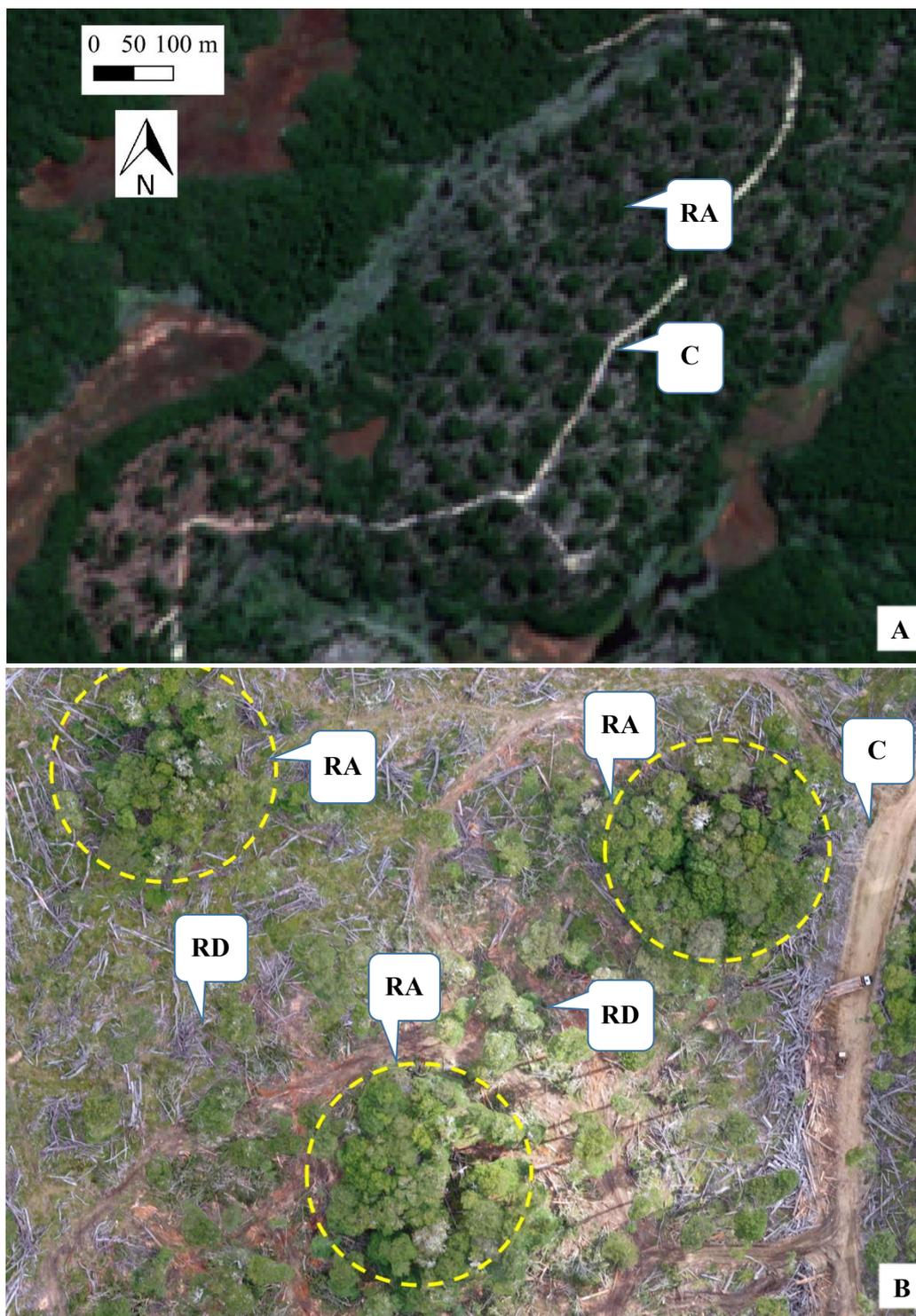


Figura 1.8. El método de retención variable en Tierra del Fuego, donde se puede apreciar post cosecha. A) Imagen Sentinel 2 del 13/02/2017 (1:12000). B) Verificación de avance de cosecha con el empleo de imágenes proporcionadas por un dron, donde se aprecia el camino forestal (C), retención en agregado (RA) y retención dispersa (RD). Lengua Patagonia S. A., subregión de los bosques en Cordillera. Imágenes del Ing. Ftal. Santiago Favoretti.

1.2.3 Selección en grupos

La propuesta silvícola de selección en grupos consiste en la cosecha de árboles emulando la dinámica de caídas individuales (treefall) y se aplica a bosques con estructuras multietáneas o irregulares (Promis, 2018; Chauchard et al., 2012) y/o de baja capacidad productiva (Martínez Pastur et al., 2003). La cosecha de árboles aserrables de distintos diámetros propicia el desarrollo de la regeneración natural en los claros generados por la corta (Bava, 1999b; Bava y Rechene, 2004). Es posible aparear grupos de 6 a 12 árboles creando claros cuya superficie varía entre 500 a 1000 m² según la calidad de sitio y la forma del claro (ej. formas alargadas permiten mayores tamaños) (López Bernal y Bava, 2011). Otra opción para alcanzar superficies aceptables de los claros en el bosque consiste en eliminar mediante anillado 2 o 3 árboles no maderables dominantes (Bava y Hlopec, 1995). Experiencias de cosecha generando claros entre 100 a 400 m² de superficie en el norte de Patagonia y luego de 40 años del aprovechamiento forestal, han demostrado que más del 90 % de la superficie de los claros resultó con regeneración de *N pumilio* con alturas mayores a 1,3 m (López Bernal et al., 2003; Bava y López Bernal, 2006). Durante los primeros 20 años de la creación de los claros, el crecimiento de la regeneración se encuentra influenciado por la disponibilidad de luz en los bosques de ambientes méxicos, mientras que en ambientes xéricos la disponibilidad de agua juega un rol importante en el desarrollo de la regeneración (López Bernal et al., 2012). De acuerdo a las experiencias de cosecha, se recomienda evaluar las condiciones locales del sitio, generando claros más pequeños en sitios con menor disponibilidad de agua (Rusch, 1992). También, la presencia de árboles de gran tamaño, en fases de desarrollo de madurez y sobremadurez, son importantes para conservar la biodiversidad y aportar a la resiliencia del sistema, por lo que se sugiere retener en forma de manera uniformemente dispersa al menos 10 árboles por hectárea en la unidad de manejo (Chauchard et al., 2012). Para la realización de una segunda intervención es posible considerar una primer alternativa que consiste en repetir la primera intervención creando nuevos claros en otros sectores del bosque. Una segunda alternativa consiste en ampliar los bosquetes establecidos en la primera intervención a partir de la corta de los árboles del borde para continuar liberando a la regeneración establecida (Bava y Rechene, 2004). La principal limitante de este método son los bajos volúmenes de cosecha por hectárea y la necesidad de realizar acciones silvícolas sobre grandes superficies, lo que implica importantes gastos en construcción y mantención de caminos, y costos incrementales de cosecha y transporte (Salinas et al., 2019). Son pocas las experiencias que se conocen respecto a la creación de claros de dosel como alternativa silvicultural en bosques templados de Chile y Argentina, este método puede ser

adecuado para pequeños o medianos propietarios, debido a la baja extracción de volumen de madera del bosque (Promis, 2018). Asimismo, pueden ser recomendadas para el tratamiento de laderas, bosques de alto interés paisajístico o de protección (Bava y Rechene, 2004).

1.2.4 Otros métodos

Tala rasa. La realización de talas rasas es una corta donde se remueven todos los individuos del dosel dominante en una sola intervención (Martínez Pastur et al., 2003). Tiene diversos antecedentes en bosques de lenga de Argentina, variando los resultados en función al sitio donde hayan sido realizadas (Bava y Rechene, 2004). En Patagonia Norte donde se presenta un período seco en verano, estas cortas no fueron satisfactorias ya que la superficie expuesta a la insolación directa y a los vientos no permitieron el establecimiento de la regeneración (en algunos casos se estableció luego de 6 años de realizadas las cortas) y se observaron sitios con presencia de gramíneas (Rechene, 1995). En Tierra del Fuego, donde no hay déficit hídrico, las experiencias fueron muy exitosas en aquellos lugares donde se logró la expulsión del ganado (Bava y Rechene, 2004). Las áreas cosechadas fueron rápidamente colonizadas por una vigorosa regeneración natural que 30 años más tarde registraron 30 mil plantas ha⁻¹ y 7 m de altura promedio (Bava y Hlopec, 1995).

Se aplicaron a escala comercial hasta mediados del siglo XX en bosques ubicados alrededor de la ciudad de Ushuaia, se cosecharon en sitios con alta producción de los árboles aptos para el aserrado, seguido por la producción de rajadas o rajones para leña (Martínez Pastur et al., 2003). De acuerdo a registros de la Dirección General de Desarrollo Forestal, a finales de la década de 1960 se realizaron fajas experimentales en proximidades a la actual ciudad de Tolhuin y el estado actual del desarrollo de la regeneración natural es muy satisfactorio (Figura 1.9). Las experiencias en Ushuaia fueron la base de las propuestas de Alfonso (1942) y Costantino (1950), que dieron lugar posteriormente a experiencias científicas en la década de 1960 (Cozzo et al., 1967, 1969), aplicándose el “Método de regeneración por fajas contiguas o alternas con abrigo lateral y bajo o no de cubierta protectora” (Martínez Pastur et al., 2003). Las fajas alternas fueron de 20 a 30 m de ancho según el lugar (Muttarelli y Orfila, 1969) y, existen registros de fajas de hasta 50 m de ancho sobre unas 50 ha en distintas zonas de la isla (Bava, 1999a).



Figura 1.9. Vista general en la actualidad de tala rasa en fajas realizada en la década de 1960 en proximidades a la actual Ciudad de Tolhuin. (A) Vista general desde el sector noreste de la Ciudad de Tolhuin. (B) Ampliación del bosque cosechado donde la franja oscura corresponde al estrato juvenil, mientras que la franja más clara corresponde a la estructura adulta. Imágenes del Ing. Ftal. Santiago Favoretti.

El floreo. Fue la práctica tradicional de aprovechamiento de los bosques de *N. pumilio* en Argentina y Chile y consistía en la extracción de los mejores árboles con aptitud maderera (Alfonso, 1942; Alonso et al., 1968; Schmidt, 1985; Bava, 1999a; Bava y Rechene, 2004), permitiendo manejar turnos de corta que tenían una duración de 40 a 50 años (Martínez Pastur et al., 2003). Dicha práctica implica la corta de una mínima cantidad de árboles, por lo tanto no logra las condiciones para el desarrollo de la regeneración (Bava, 1999a, 2000). De esta manera permanecen en pie mayormente árboles enfermos y sobremaduros, proporcionando una

cobertura excesiva que impide el adecuado desarrollo de la regeneración (Bava y Puig, 1992; Rusch, 1992; Puig, 1993; Loguercio, 1995; Bava y Rechene, 2004). La regeneración se concentra en pequeños claros que se cierran en poco tiempo por expansión lateral de las copas de los árboles en pie, la luz no es suficiente y solo una pequeña cantidad de plantas puede establecerse (Bava y Rechene, 2004). Asimismo, estas condiciones retardan el crecimiento de la regeneración y son susceptibles al ataque de hongos sin haber alcanzado el diámetro comercial (Loguercio, 1995). Este sistema es incompatible con un manejo sostenible del bosque de lenga (Martínez Pastur et al., 2002b), ya que no se logran las condiciones para el desarrollo de la regeneración natural, el bosque remanente se degrada económicamente, se demora el posterior uso del recurso e, importantes cantidades de materia prima permanecen desaprovechadas en las áreas intervenidas (Bava y Hlopec, 1995; Martínez Pastur et al., 2003). Mediante este sistema, solo se maximiza la rentabilidad por unidad de volumen pero no por unidad de superficie (Martínez Pastur et al., 2003). En consecuencia, con dicha práctica no se tienen consideraciones sobre los principios silvícolas y no se realiza la puesta en valor del recurso maderero a través del manejo forestal (Cruz et al., 2003).

1.3 La actividad forestal y la problemática asociada en Tierra del Fuego

Los bosques de *N. pumilio* en Tierra del Fuego han sido utilizados por los pueblos originarios desde hace miles de años, su aprovechamiento a gran escala data hacia finales del siglo XIX a partir de la instalación de los primeros colonos en la costa del Canal de Beagle y construcción del Presidio en la Ciudad de Ushuaia (Orquera et al., 2012). En dicha zona, también se implementaron los primeros aprovechamientos con fines productivos a través de talas rasas (Peri et al., 2002; Gea Izquierdo et al., 2004). En el año 1940 se implementaron de manera experimental las “cortas reproductoras” con la finalidad que la regeneración natural se diera por diseminación espontánea (Muttarelli y Orfila, 1969). Más tarde la actividad forestal fue avanzando hacia la zona mediterránea y construyendo caminos que permitieron la colonización de nuevas tierras (Collado, 2001). Hacia 1960 se aprovecharon los bosques del noreste en Lago Escondido y la margen sur del Lago Fagnano, a mediados de la década de 1990 se extendió a más de 50 km hacia el este de la ciudad de Tolhuin (Bava et al., 2005). También existen antiguos aprovechamientos forestales a pequeña escala en la zona norte, vinculados a la construcción de las instalaciones de las estancias ganaderas en dominio privado (Collado, 2001). De esta manera, las actividades productivas en la provincia estuvieron relacionadas al sector

agro-forestal (ej. aprovechamiento forestal y ganadería) en bosques de *N. pumilio* y *N. antarctica* (Martínez Pastur et al., 2000, 2013b; Gea Izquierdo et al., 2004; Peri et al., 2016).

El uso maderero en la provincia comenzó a regularse con la Ley Forestal Nacional N° 13.273 en el año 1948, a partir de la cual el Estado Nacional incorporó la actividad forestal como política nacional y cubriendo el vacío legal preexistente (Carabelli y Peri, 2005; Schmidt, 2015). Los organismos para la gestión de los bosques datan del año 1968 a través del Servicio Forestal Nacional, en 1969 se denominó Servicio Nacional Forestal y a partir de 1973, Instituto Forestal Nacional (IFONA), quien lideró la investigación y gestión forestal en Patagonia Sur hasta su disolución en 1991 (Martínez Pastur et al., 2010). A partir de la provincialización de Tierra del Fuego en 1991, la administración provincial a través de la Ley Forestal N° 145 del año 1994 (Anexo 1) y Decreto Reglamentario N° 852 del año 1995 (Anexo 2), dan continuidad a la fiscalización de la actividad forestal. El ordenamiento de los bosques data del año 2002 y con el Decreto N° 2.502 se constituyeron las Reservas Forestales Fagnano Oeste, Bombilla, Lago Escondido, Río Milna, Río Valdez, Lainez, Lote 93, Río Irigoyen y Malenguena a fin de realizar la planificación del uso del recurso forestal en tierras públicas. La superficie total de las Reservas Forestales asciende a 76.653 ha (Ley 869/12) y constituye la principal fuente de materia prima para la industria maderera provincial. En el año 2000 el 70 % de la totalidad de la madera procesada se obtuvo de los bosques fiscales y en el 2001 el 90 % (Carabelli y Peri, 2005). De acuerdo con los registros de la Dirección General de Desarrollo Forestal, para el periodo 2005-2007 la superficie habilitada en tierras fiscales se mantuvo entre el 75 y el 85 %; entre los años 2008 a 2015 osciló entre un 40 al 65 %, finalmente entre los años 2016 a 2018 fue del 85 %. En el año 2007 a través de la Ley Nacional de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos N° 26.331, se desarrolló el ordenamiento de los bosques en todo el país, el cual se realizó de acuerdo a las siguientes categorías de conservación; (i) *Categoría I (rojo)*, sectores de muy alto valor de conservación que no deben transformarse, incluye áreas que por sus ubicaciones relativas a reservas, su valor de conectividad, la presencia de valores biológicos sobresalientes y/o la protección de cuencas que ejercen, ameritan su persistencia como bosque a perpetuidad, aunque estos sectores puedan ser hábitat de comunidades indígenas y ser objeto de investigación científica. (ii) *Categoría II (amarillo)*, sectores de mediano valor de conservación, que pueden estar degradados pero que a juicio de la autoridad de aplicación jurisdiccional con la implementación de actividades de restauración pueden tener un valor alto de conservación y que podrán ser sometidos a los siguientes usos: aprovechamiento sostenible, turismo, recolección e investigación científica. (iii) *Categoría III*

(verde), sectores de bajo valor de conservación que pueden transformarse parcialmente o en su totalidad aunque dentro de los criterios del marco normativo. En la actualidad, la actividad se concentra en tierras fiscales denominadas reservas forestales Bombilla, Río Milna, Río Valdez, Lainez, Lote 93 y Río Irigoyen, cuya superficie bruta en el territorio provincial asciende a 67.525 ha. El 70 % de la superficie boscosa bruta se encuentra en categoría II y con potencialidad para el aprovechamiento forestal (Ley N° 869/12). De acuerdo a datos preliminares del sistema de información geográfico de la Dirección General de Desarrollo Forestal, al primer semestre del año 2018 el 42 % (19.146 ha) de los bosques en Categoría II en tierras fiscales se encuentran aprovechados desde principios de 1970 y, el 37 % de dicha superficie corresponde a cortas de protección en los últimos 28 años. Si bien la fuente del recurso maderero históricamente y hasta la actualidad se ha desarrollado y se desarrolla en bosques primarios de tierras fiscales, existen aproximadamente 98.658 ha de bosques productivos de *N. pumilio* en fases maduras para el aprovechamiento en dominio privado (Collado, 2001). De esta manera, la potencialidad para la continuidad del manejo forestal en la provincia sería viable en virtud a las políticas que la provincia considere prioritarias para la conservación de sus recursos naturales.

Lo indicado precedentemente a los fines de enmarcar la problemática del sector es relevante porque; (i) los bosques de *N. pumilio* son utilizados principalmente para la provisión de bienes maderables, y en menor medida como ambiente para la cría de bovinos (Martínez Pastur et al., 1999a, 2009, 2013a; Soler Esteban et al., 2012). De esta manera, constituyen la única fuente de recurso maderero para el sector foresto-industrial. Asimismo, conforma una de las ecorregiones con mejor estado de conservación a nivel mundial (Mittermeier et al., 2003). Lo cual posibilita ofrecer al mundo los potenciales servicios ambientales que estos bosques poseen. Los actuales sistemas de pagos de servicios ambientales (PSA) prometen oportunidades para la conservación de la elevada diversidad de Latinoamérica, basados en el mantenimiento de los ecosistemas para asegurar la provisión de agua y/o el mantenimiento de los almacenes de carbono (regulación climática) (Luna, 2018). Entre 1996 y 2015 las inversiones en proyectos PSA alcanzaron cifras millonarias y cuyos fondos procedieron de los impuestos a los combustibles fósiles y de créditos del Banco Mundial (FAO, 2016). De esta manera, la búsqueda de alternativas viables (ej. pagos por servicios ambientales) permiten la mejora constante de los distintos procesos en la cadena de producción primaria y acrecentar la valoración de la superficie boscosa en el territorio provincial.

(ii) Históricamente y hasta la actualidad, el aprovechamiento forestal se ha desarrollado en los bosques primarios de *N. pumilio* en dominio fiscal (Bava et al., 2005; Collado et al., 2007). Ello puede suponer que los bosques primarios en dominio privado se presentaran como un recurso maderero en los próximos años, como consecuencia a la no disponibilidad de bosques maduros en tierras fiscales (Collado, 2001, 2007; Collado et al., 2008). De acuerdo a los datos preliminares de la Dirección General de Desarrollo Forestal de la Provincia de Tierra del Fuego, cerca de 10.000 ha de bosques en todo el territorio provincial han sido cosechados bajo cortas de protección, mayoritariamente en tierras fiscales. La información generada sobre los bosques aprovechados, así como los resultados del inventario forestal nacional y provincial, no ha sido organizada de modo de destacar la respuesta del bosque a diferentes prácticas silvícolas a lo largo del tiempo desde el momento de la cosecha (Martínez Pastur, 1999b; Yapura, 2001; Gea Izquierdo et al., 2004). Solo se ha remitido a estudios sobre las respuestas temporales de aplicación de ensayos silvícolas en pequeñas superficies (Cozzo et al., 1969; Martínez Pastur et al., 2001) y con un análisis multitemporal (Gea Izquierdo et al., 2003, 2004; Paredes et al., 2020). De esta manera, se presenta un amplio campo de estudio en relación a la dinámica de los bosques cosechados en todo el territorio provincial.

(iii) De acuerdo a los actuales planes de manejo en implementación y los que se encuentran en evaluación, las cortas de protección constituyen el principal sistema silvícola que continuará implementándose en la provincia. La evaluación de áreas cosechadas bajo cortas de protección genera antecedentes que pueden constituir aportes que justifiquen modificaciones y/o adecuaciones en el marco técnico y normativo (ej. protocolos de información de código abierto) y a las prácticas silvícolas de la región (ej. umbrales de retención en función a las condiciones macroclimáticas, tiempos de desarrollo de la regeneración disímiles entre regiones). Finalmente, constituye un desafío enmarcar dicho método silvícola a los aspectos que hacen a la provisión de servicios ambientales a escala territorial y paisajística, como una manera de diversificar los usos del bosque y poner en valor el recurso forestal de todo el territorio provincial.

(iv) El Estado continúa siendo el responsable de los recursos bajo su jurisdicción (ej. recursos forestales) para fijar pautas de ordenamiento territorial, fomento, promoción y regulación de las actividades (Donoso y Otero, 2005; Rusch, 2008; Juliá, 2010; Rusch et al., 2017; Caldevilla y Quintillan, 2017). La provincia de Tierra del Fuego cuenta con un marco normativo desde el año 1994 que legitima la actividad de uso forestal, de bienes y servicios ambientales. Si bien, desde la década de 1990 el sector forestal ha recibido la influencia de los distintos escenarios políticos y cambios en la gestión de gobierno, ha sostenido un área técnica encargada de la

administración de los aprovechamientos forestales (Rios, 2017). Lo cual permite contar con información de base de la actividad forestal (ej. superficie de cosecha, volumen fiscalizado, tipificación de productores forestales) y con la vinculación directa con productores forestales, beneficiarios directos del uso del recurso natural.

De esta manera, el estudio de la presente tesis en relación a la dinámica del bosque luego de la cosecha en Tierra del Fuego, junto con la información generada por otros estudios en Patagonia Sur, permiten aumentar el conocimiento de las prácticas realizadas a escala territorial y temporal. Con los resultados esperados es posible proponer mejoras y/o alternativas de implementación en los bosques primarios que existen en la provincia, mejorando la información base para la toma de decisiones sobre el recurso forestal provincial.

1.3.1 Problemáticas en la implementación del manejo forestal

Los bosques de *N. pumilio* han sido históricamente cosechados mediante la práctica de floreo. Diversos trabajos de Patagonia Sur (Bava y Puig, 1992; Rusch, 1992; Puig, 1993; Loguercio, 1995; Martínez Pastur et al., 2002b; Martínez Pastur y Lencinas, 2005; Cruz et al., 2003; Gea Izquierdo et al., 2004) coinciden en que la práctica de floreo deja un bosque parcialmente aprovechado y degradado económicamente (Ver Apartado 1.2.4). Ante ello se ha promovido la optimización del recurso forestal con un mejor aprovechamiento de los volúmenes existentes y con la aplicación de diferentes métodos de regeneración (ej. cortas de protección) económicamente rentables y que propician la conservación del ecosistema forestal fueguino (Martínez Pastur et al., 2000, 2002b). Sin embargo, los resultados en los bosques cosechados en los últimos 28 años presentan un contexto con limitaciones en el marco normativo y de operatividad en el territorio que exceden las actuaciones técnicas forestales, tal como la regulación de las prescripciones silvícolas, una mayor generación de la biomasa leñosa residual, la intrusión en tierras de producción fiscales, la introducción de especies exóticas y la actividad ganadera no planificada. De esta manera, las problemáticas del manejo forestal están en relación su implementación en el territorio. En Patagonia la actividad forestal se encuentra distante del modelo teórico y sostenible del recurso bosque, tal como ocurre en la mayoría de los bosques de los países subdesarrollados (Gea Izquierdo et al., 2003, 2004; Martínez Pastur et al., 2003; Cellini et al., 2003, 2005; Von Gadow et al., 2004). De esta manera, dichas problemáticas derivan en;

a) *El incumplimiento de la prescripción silvícola.* Tradicionalmente el aprovechamiento forestal ha consistido en la extracción maderera con una tendencia a maximizar las ganancias en la primera intervención y no proyectar el uso del bosque a largo plazo (Donoso et al., 2018). Como se menciona en el Apartado 1.2.1, la materialización del tratamiento silvícola consiste en la marcación de los árboles que van a conformar el dosel de protección y el resto de los árboles deben ser removidos del área de cosecha. Por lo general, solo los ejemplares de mejor calidad son aprovechados en la primera intervención y se abandona la masa remanente (Bava et al., 2005) (Figura 1.10, A). Lo que termina ocurriendo es que no se aplican las cortas finales y/o intermedias (ej. raleos y podas) que garanticen el manejo forestal, dejando como resultado una corta incompleta, un bosque fragmentado y desordenado (Martínez Pastur et al., 2001, 2013b; Cruz et al., 2003; Gea Izquierdo et al., 2004; Cellini et al., 2005, 2013, 2017). También se observa el deterioro de la calidad del recurso forestal, quedando un sitio empobrecido en cuanto a la cantidad y calidad de madera aserrable para las planificaciones futuras (Carabelli y Getar, 1993; Martínez Pastur et al., 2002b; Carabelli y Peri, 2005). A escala temporal, la planificación deben considerar que las áreas cosechadas bajo cortas de protección no ofrecerán productos comerciales hasta después de un período de 60 a 70 años en caso de que se hayan realizado intervenciones de manejo, caso contrario se estima en 150 a 180 años en caso de que los rodales hayan sido abandonados (Bava y Rechene, 2004).

A escala de paisaje, se observa la realización de un aprovechamiento intensivo en los mejores sitios, dejando sin aprovechar el bosque de calidades de sitio más bajas (Cellini et al., 2005). De esta manera, el floreo resultó en una selección de los mejores individuos y las cortas de protección en una selección de los mejores sitios a escala de rodal. Si bien, se ha generado conocimiento científico en los últimos años respecto a la ecología y silvicultura del bosque, ello no ha contribuido a su mejor manejo (Gea Izquierdo et al., 2004; Carabelli y Peri, 2005; Frangi et al., 2015). Así, las tareas que se realizan en el territorio distan mayormente del modelo teórico en el caso de las cortas de protección (Cruz et al., 2003; Cellini et al., 2005; Martínez Pastur et al., 2003, 2013b, 2017). El incumplimiento de las prescripciones silvícolas responde, entre otras varias causas, al proceso de transformación primaria. El 70 % de la producción de madera en Tierra del Fuego es usada por el mercado interno como material de construcción, primordialmente en encofrados y carpintería (ej. tablonés, tablas y tirantes), con tecnologías de aserrado que requieren una alta selección de rollizos en el bosque: trozas de 4 a 6 m de largo, diámetros superiores a los 35 cm y de buena sanidad (Martínez Pastur et al., 2002b). En la actualidad, continúa una producción primaria con bajo valor agregado del 55 % de la producción

total en tablas, tablones, tirantes, alfajía, varillas, listones (Censo Nacional de Aserraderos, 2017). De esta manera, también continúa la demanda de bosques primarios en medianas y altas calidades de sitio. La falta de mercados para la madera de baja calidad y otros usos (ej. pellets), también estaría limitando la implementación de la prescripción silvícola propuesta (Martínez Pastur et al., 2004 ab; Cellini et al., 2005).

La problemática relacionada con el incumplimiento de las prescripciones silvícolas puede revertirse en virtud a situaciones observadas en los últimos años, así como estudios sostenidos en el largo plazo. Por un lado, (i) la disponibilidad de bosques en calidades de sitio bajas y la demanda de productos de bajo valor agregado (ej. pallets), algunos productores han empezado a intervenir las áreas forestales denominadas “marginales” (usualmente áreas de baja calidad excluidos de los planes de manejo forestal durante la década de 1990 hasta la década del 2010) para elaborar dichos productos. Su uso también presenta ventajas en la operatoria de cosecha forestal (ej. con la existencia de los caminos y accesos ya construidos se compensa la menor productividad de estos rodales frente a las condiciones actuales del mercado) y en la cercanía a la industria establecida en la Ciudad de Tolhuin. (ii) La regeneración natural se desarrolla con éxito en los bosques cosechados y sin el cumplimiento de las prescripciones silvícolas (Pulido et al., 2000; Rodríguez Flores, 2002; Grosse Werner et al., 2007; Cellini et al., 2016; Amoroso et al., 2021). También se ha estudiado que las talas rasas implementadas (durante la década de 1960 a la década de 1980) tuvieron mayormente una evolución de la regeneración natural de acuerdo con el modelo teórico al igual que la retención variable que no requiere de una corta final (Martínez Pastur et al., 2003). Se tienen ensayos silvícolas con resultados alentadores en cuanto a crecimiento de la biomasa leñosa a través de registros y modelos adaptados a la escala local (Cozzo et al., 1967, 1969; Mutarelli y Orfila, 1971; Martínez Pastur et al., 2001).

b) *La acumulación de biomasa leñosa en las áreas de cosecha.* La situación general indica que en la práctica no se cuenta con las condiciones de infraestructura y de mercado necesarias para hacer un uso más integral de la madera del bosque nativo (Schmidt, 1997). En la actualidad se presenta una producción de primera transformación con valor agregado bajo (ej. tablones, tirantes, varillas) que alcanza el 55 % de la producción anual, en segundo lugar con el 37 % se encuentra la producción de remanufactura, también con valor agregado bajo (pallets) (Carabelli y Getar, 1993; Censo Nacional de Aserraderos, 2017). El sistema tradicional de aprovechamiento tiene como inconvenientes las malas condiciones de trabajo del motosierrista (difícil acceso a los sectores de apeo o por encontrarse entre residuos leñosos), una alta

selección en la calidad de trozas y la subutilización del rendimiento del skidder, todo ello genera un aumento en la pérdida de trozas del 10 al 20 % del volumen generado (Cellini et al., 2017). Mayormente, se excluyen las trozas menores a 20 cm de diámetro, parte del tronco que se encuentra cercana a la copa y trozas, enteras o secciones (denominadas descultes), que presentan defectos y podredumbres (Cellini et al., 2003). Al ser limitadas las trozas de mejor calidad se obtiene un índice de aprovechamiento (volumen de trozas/volumen total del bosque) del 5 al 10 %, dando un rendimiento de 40 a 60 m³ de trozas por hectárea (Cellini et al., 2017). El 50 % del volumen cosechado restante es acumulado junto a los caminos (Martínez Pastur et al., 2011b). También parte de dicho volumen, quedan dispersos en los rodales intervenidos, lo cual generaría un obstáculo para la silvicultura y mayores costos para las operaciones forestales en el futuro (Schmidt y Caldentey, 1999; Cruz et al., 2003). Del total del volumen cosechado y no maderable, el 48 % corresponde a copas, despuntes y descultes de muy baja calidad por pudrición o defectos, el 15 % corresponde a saneamiento en canchón y lo restante está relacionado con deficiencias en el rastreo (fustes olvidados), saneamiento defectuosos y trozas abandonadas en canchón (Favoretti, 2020). Entre las principales causantes de la acumulación de biomasa en los rodales de aprovechamiento forestal, se encuentra el deterioro de la calidad maderera generado por hongos lignívoros. Los cuales son causantes de las denominadas “pudriciones café y blanca”, la primera afecta a la celulosa de la madera, y la segunda consume a la lignina (Pesutic, 1978). Estos daños en la madera disminuyen las aptitudes para el aserrado (Richter y Frangi, 1992; Alzamora et al., 2019) (Figura 1.10, C y D).

c) Herbivoría. Los grandes ungulados, tanto silvestres como domésticos se mueven en el espacio seleccionando y utilizando sectores de alimentación, de descanso, de protección y de aguadas, generando patrones espacio-temporales de uso de los recursos (Bailey y Tappeiner, 1998). El consumo selectivo de los grandes herbívoros modifica la abundancia relativa de las poblaciones naturales debido a su mayor palatabilidad e intolerancia al pastoreo (Anderson et al., 2006ab; Vázquez y Simberloff, 2004). Incluso una elevada densidad poblacional de herbívoros puede hasta provocar la desaparición de especies (Noy Meir, 1975; Gutierrez y Fierro, 1979). Este proceso da lugar al incremento de especies exóticas de crecimiento rápido, las cuales presentan mejores condiciones competitivas ante la liberación de recursos del ambiente (Holmgren, 2002). Estos efectos trascienden en otros componentes del ecosistema, modificando el hábitat y las interacciones de las cadenas alimenticias en todas las formas de vida (Putman, 1996; Weisberg y Bugmann, 2003). Tal como los efectos directos o indirectos

sobre el establecimiento de plántulas y renovales del bosque (Rooney y Waller, 2003). Llegando en ocasiones a constituir un problema para el desarrollo del proceso de regeneración en diferentes partes del mundo (Reimoser y Gossow, 1996). Los *Nothofagus* presentan inconvenientes para regenerarse cuando son sometidos a disturbios sistemáticos y permanentes, siendo extremadamente vulnerables al sobrepastoreo continuo (ej. ganado ovino, equino y vacuno, cérvidos, conejos y guanacos) (Martínez Pastur et al., 1999a, 2004b; Gea et al., 2004). Dicho disturbio se debe al consumo y pisoteo de plántulas y renovales, principalmente de aquellos menores a 1,5 m de altura (Oliver y Larson, 1996; Rooney y Waller, 2003). Ello reduce la tasa de crecimiento en altura y biomasa, e incrementa la tasa de mortalidad de los renovales (Perry, 1998; Vázquez y Simberloff, 2004).

La herbivoría afecta indirectamente el proceso de regeneración en los bosques (Rooney y Waller, 2003), y en particular en los bosques de Tierra del Fuego (Bava, 1999ab; Martínez Pastur et al., 1999b, 2000, 2004a; Schmidt y Caldentey, 1999; Pulido et al., 2000). Las formas de aprovechamiento forestal plantean algunos interrogantes acerca de la capacidad de respuesta regenerativa, sobre todo bajo dicha presión (Martínez Pastur et al., 1999b). La herbivoría provoca daños en la cantidad, calidad (ej. deformación) y distribución de los renovales en el rodal, al disminuir la densidad de plantas éstas tienen mayor ramificación perdiendo el porte forestal (Bava, 1999ab; Bava y Rechene, 2004). Estos atributos se pierden debido a que los herbívoros complementan su dieta con brotes tiernos eliminando el ápice de las plantas de *N. pumilio* (especialmente en la época invernal) de esta manera brotan yemas laterales tomando forma arbustiva (Martínez Pastur et al., 2004b; Arias et al., 2015) y formación de árboles multitallos (Bava y Rechene, 2004). Asimismo, cuando las plántulas presentan poca edad y baja altura, el ramoneo puede extraer plantas completas (Pulido et al., 2000; Cellini, 2010; Soler Esteban et al., 2012, 2013). Por lo que el bosque resultante no tendrá la forma adecuada para convertirse en un bosque de producción como lo fuera anteriormente a su intervención (Bava, 1999a; Collado et al., 2008). Algunos estudios observaron que árboles que escaparon a la presión del ganado desarrollaron un fuste por encima de una altura de ramoneo, ubicándose en lugares protegidos o en las zonas centrales de los manchones de regeneración (Martínez Pastur et al., 2004b). Los estudios a largo plazo, sugieren que el efecto de la ganadería en la regeneración no es permanente, y que la regeneración recupera su calidad en el tiempo (Martínez Pastur et al., 2017).

Particularmente, en la zona norte de la provincia existe mayor abundancia de grandes ungulados, tal como guanacos (Montes et al., 2000; Collado y Bava, 2020). La presencia de *Nothofagus spp.* en la dieta anual de dicho herbívoro es constante y abundante durante todo el año (Arias et

al., 2015). Con respecto al ganado asilvestrado, se observa un creciente aumento de las tropillas de caballos y vacunos en la zona cordillerana adyacentes al ecotono donde se estimaron 8.000 animales en relevamientos del año 2014 y 2015. En la región del ecotono-bosque existen 40 establecimientos con ganado vacuno y ovino, estimado en 150.000 cabezas (Collado y Bava, 2020). Mediciones comparativas en cercos de aislamiento (ej. dentro y fuera de zonas de exclusión de herbívoros) y presión de caza (ej. eliminación de parte de la población natural de guanacos), evidencian que dicha “mejora” solo representa 7 años de retraso (zonas de exclusión) o solo unos pocos mm de crecimiento anual (efecto de la caza) (Martínez Pastur et al., 2016a). Es por ello, que las apreciaciones puntuales (ej. mediciones en parcelas temporarias) por daños bióticos en la regeneración natural no son válidas, siendo necesarios estudios que consideren el largo plazo (Pulido et al., 2000; Peri et al., 2016).

d) Áreas de inundación. El castor (*Castor canadensis* Kuhl 1820, Rodentia) es un roedor de Norteamérica introducido en Tierra del Fuego en el año 1946 (Skewes et al., 2006). Construyen diques y se alimentan del material arbóreo extraído principalmente de *N. pumilio*, pero también utilizan *N. antarctica* y en parte *N. betuloides* (Siefeld y Venegas, 1980; Skewes et al., 1999; Wallem et al., 2007). Causan anegamiento de sus márgenes, lo que conlleva a la muerte de árboles por paludificación, anillado y corta (Frangi et al., 2004). A finales de la década del 80, el castor había colonizado cerca del 91 % de los cursos de agua de la Isla Grande de Tierra del Fuego (Lizarralde, 1993; Frangi et al., 2004) y alcanzó la estepa magallánica en la década de 1990 (Anderson et al., 2009; Huertas Herrera et al., 2020). A pesar de que no se dispone de estimaciones poblacionales, existe consenso entre los especialistas que su población rondaría los 100.000 ejemplares en toda su distribución (Schiavini et al., 2016). En toda la provincia se estima que se ha afectado el 3 % de la superficie boscosa (Collado y Bava, 2020). La acción de los castores esta restringida a una franja relativamente estrecha de bosque alrededor del régimen hídrico, por lo tanto, el daño se concentra dentro de numerosas áreas de reducida superficie, pero que en su conjunto producen un alto impacto ambiental (Johnston y Naiman, 1987; Martínez Pastur et al., 2006; Toro Manriquez, 2014; Toro Manriquez et al., 2018, Henn et al., 2016; Huertas Herrera et al., 2020).

Las zonas con árboles muertos por inundaciones pasadas, son reemplazadas por un estrato herbáceo y ausencia de regeneración natural de las especies arbóreas, creando praderas de forrajeo de herbívoros (Baldini et al., 2008). Este impacto resulta relevante por la ausencia de una historia evolutiva entre los castores y los bosques de *Nothofagus spp.*, se trata de bosques

que carecen de los mecanismos defensivos y estrategias reproductivas que se encuentran en los bosques de su ambiente natural (Anderson et al., 2006ab) (Figura 1.10, B).

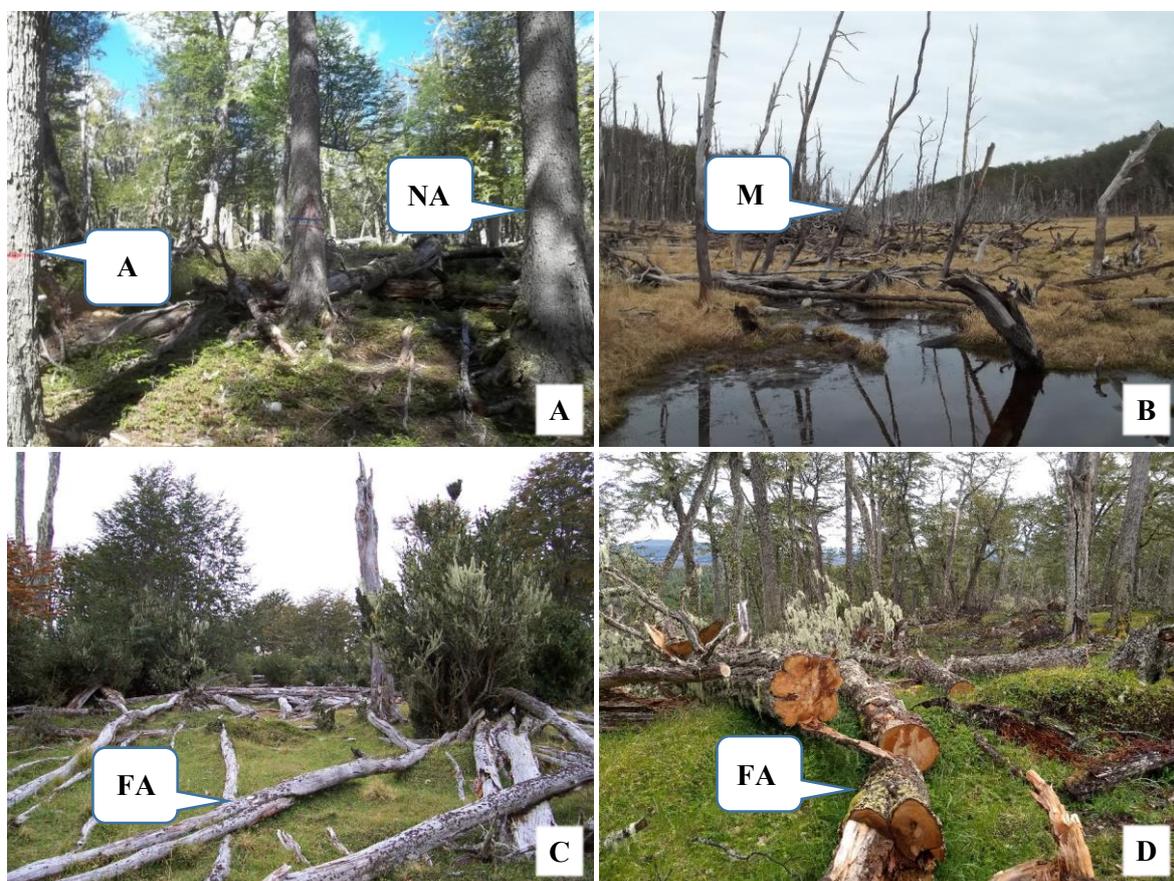


Figura 1.10. Constataciones durante las actividades de control de la actividad forestal a escala de rodal. A) Incumplimiento de tratamiento silvícola al finalizar las actividades de cosecha, árboles anillados (A) como dosel de protección y árboles no anillados (NA) que no fueron cosechados no cumplimentando la prescripción silvícola; B) castoreras abandonadas y árboles muertos en pie (M); C) y D) fustes no removidos (FA) de las áreas de cosecha conformando acumulación de biomasa leñosa residual.

e) Deficiente Gestión del Recurso Forestal. La historia forestal en Argentina nos muestra que la degradación y devastación de los bosques data de periodos coloniales, y que se vio acrecentada de modo inédito hacia comienzos del siglo XXI (Schmidt, 2015). Para el caso de la Patagonia, algunas propuestas de desarrollo se basaron en la transformación del paisaje e introducción de especies exóticas con fines productivos (Martínez Pastur et al., 2016b; Laterra et al., 2021; Nahuelhual et al., 2021). En Tierra del Fuego estos modelos de desarrollo con especies exóticas no prosperaron. La Ley N° 26.331/07 se promulgó a los fines de regular y proteger el destino de las masas boscosas aún existentes (Schmidt, 2015). Si bien, para la provincia existe un marco normativo provincial del año 1994, y la adhesión a la Ley Nacional de Presupuestos Mínimos a

través de la Ley N° 869/12, se observan en la actualidad las mismas demandas de hace 28 años atrás. Así, la carencia de una normativa adecuada a la realidad de nuestros bosques impide, entre otros, el uso integrado de los distintos productos del bosque de lenga y de los beneficios tangibles que ello traería aparejado (Carabelli y Getar, 1993). En este sentido, no existe un plan de uso de la tierra y de ordenación forestal regional, son insuficientes y escasos los esfuerzos por parte del Gobierno en hacer cumplir las normativas existentes, existen limitados recursos humanos y operativos (ej. vehículos, combustible) para implementar las tareas de fiscalización (Martínez Pastur et al., 2003; Bava et al., 2005; Carabelli y Peri, 2005). Finalmente, poca información sobre el estado de recuperación de los bosques aprovechados (Gea Izquierdo et al., 2003, 2004; Bava et al., 2005). Dicha información de base se considera necesaria para toda gestión del recurso forestal, ya que permitiría una regionalización de los bosques productivos de lenga, proponiendo diferentes criterios de manejo para cada zona según parámetros climáticos, biogeográficos, económicos y de análisis de la respuesta a los tratamientos ya realizados (Bava et al., 2005). La gestión también debe considerar las actividades necesarias para satisfacer la demanda actual y asegurar la producción futura (Bava y Rechene, 2004). En términos socio-económicos, los bosques sustentan usos diversos (ej. ganadería, extracción maderera, cultivos itinerantes, recreación, conservación, desarrollo urbano, etc.), con muchos ejemplos de explotación y pocos de manejo sostenible que tiendan a mantener o a mejorar su valor (Soler Esteban y Gowda, 2019).

1.3.2 Consideraciones particulares a abordar en esta tesis

La presente tesis cuenta con un marco de referencia vinculado a la normativa forestal de la Provincia de Tierra del Fuego. Si bien la misma promueve el desarrollo sostenible de la actividad forestal a los fines de generar beneficios económicos a la sociedad fueguina, también se observa la importancia de los bosques de *Nothofagus* como ecosistemas prístinos en buen estado de conservación y con especies poco usuales en el mundo, así como prestador de servicios ecosistémicos en una región donde el valor paisajístico adquiere mayor relevancia de manera permanente. La provincia de Tierra del Fuego cuenta con tierras fiscales destinadas a la producción forestal y que han sido aprovechadas de manera extensiva desde mediados del siglo XIX. Durante los últimos 28 años la práctica de floreos (Ver Apartado 1.2.4) fue sustituida por cortas de protección (Ver Apartado 1.2.1) y retención variable (Ver Apartado 1.2.2), enmarcadas en planes de manejo forestal como requerimiento normativo obligatorio para los productores forestales interesados en desarrollar la actividad foresto-industrial. En la actualidad, existe una vasta superficie de bosques cosechados sujetos a constantes críticas sobre el incumplimiento de

las prescripciones silvícolas y la acumulación de biomasa leñosa y por sobre todo, en las limitaciones del Estado para administrar sus propios recursos naturales (Ver Apartado 1.3.1). Las tierras públicas son objeto de intereses particulares que se acrecientan con el tiempo, generando conflictos de distinta índole (ej. socio-económicos) y donde usualmente, el manejo forestal pierde importancia en la valoración de las prioridades al momento de la toma de decisiones (ej. otorgamiento de permisos de pastoreo, cambio de uso de la tierra). Particularmente, la implementación de los tratamientos silvícolas generó discusiones en torno a las existencias de regeneración antes de la cosecha, como garantía de éxito para la conformación del bosque secundario y como limitante a la actividad productiva. Ello forjó conflictos de intereses entre los decisores políticos, productores forestales, técnicos estatales y responsables de planes de manejo forestal. Para la toma de decisiones en relación a la viabilidad de aprovechamiento en los bosques de la provincia, se consideró necesario en primer lugar; poseer un detallado conocimiento de la estructura y evolución de las masas aprovechadas (Collado, 2001; Martínez Pastur et al., 2002b; Gea Izquierdo et al., 2004) y estudios sobre la cantidad y calidad de la regeneración en inventarios en bosques (Chauchard, 1988; Gonzalez Peñalba et al., 1994; Chauchard et al. 1998).

En segundo lugar, y a los fines de dar continuidad a las actividades productivas, se requirió en los planes de manejo forestal (además del plan de cortas con datos de volumen bruto de extracción por año) generar registros de existencias de regeneración natural en el bosque primario, realizar sugerencias de las prácticas de cosecha necesarias para favorecer el desarrollo de la regeneración luego del aprovechamiento. Finalmente, proponer un plan de monitoreo como una herramienta para la evaluación de las prácticas realizadas (Resolución M.P. N° 19/96). Sin embargo, las propuestas en los Planes de Manejo no se implementaron en la mayoría de los casos desde la gestión provincial en tierras fiscales, solo se generó información desde el sector privado (ej. Lengua Patagonia, Ea. Los Cerros, Ea. San Justo). Asimismo, los estudios de largo plazo de la dinámica del bosque luego de la cosecha resultantes, evidencian que la ausencia de regeneración en el bosque primario antes de la cosecha no constituye una limitante para la regeneración natural luego del aprovechamiento (Rosenfeld et al., 2006; Martínez Pastur et al., 2017).

La presente tesis en base a métodos de registro y procesamiento de datos recopilados en el territorio y, analizados bajo sustento científico pretende generar información actualizada sobre el estado de los bosques cosechados en todo el territorio provincial a fin de dar respuesta a una de las falencias observadas por otros estudios (Ver Apartado 1.3). Mayoritariamente relacionadas con la generación de información sobre el estado de los bosques luego de la

cosecha y, la generación de propuestas metodológicas que sean operativas en el uso cotidiano y de código abierto para su implementación en todo el territorio. También considera el involucramiento de técnicos del estado provincial y responsables de planes de manejo forestal. Finalmente contar con información permanente para la toma de decisiones que requieren las políticas públicas. Otro marco de referencia se encuentra en relación a la dinámica de la regeneración natural luego del aprovechamiento forestal a escala territorial y temporal. El principio silvícola de los tratamientos implementados consiste en emular la dinámica natural de los bosques fueguinos y favorecer la instalación de la regeneración natural. En el Art. 4° de la Ley N° 26.331/07 se entiende al manejo sostenible como la organización, administración y uso de los bosques nativos y que permita mantener, entre otros, la capacidad de regeneración. De esta manera, y tal como lo fundamentan diversos autores para los bosques de *N. pumilio* en Patagonia Sur (Schmidt y Urzúa, 1982; Martínez Pastur y Lencinas, 2005; Martínez Pastur et al., 2013a, 2014), la regeneración luego de la cosecha constituye el principal indicador de éxito de una determinada propuesta silvícola. De esta manera, la tesis se titula “Características estructurales que inciden en la regeneración natural de bosques cosechados bajo cortas de protección de *Nothofagus pumilio* (lenga) a lo largo de gradientes ambientales en Tierra del Fuego, Argentina: Adecuación de prácticas silvícolas para el manejo sostenible”. Sin embargo, es preciso destacar que el éxito reproductivo y desarrollo de una especie depende de numerosos factores, tanto de origen natural (dinámica) como antrópicos (ej. aprovechamiento forestal) en una escala temporal y territorial. En esta tesis se abordan algunas variables que inciden sobre el proceso de recuperación del bosque luego de las intervenciones silvícolas (ej. distintos niveles de la estructura forestal que inciden en el desarrollo de la regeneración). En este sentido, existe el riesgo de sobreestimar algunos efectos sobre la regeneración y subestimar otros, que en la totalidad del ciclo pueden ser más relevantes (ej. solo se analiza parte del turno forestal). Del mismo modo, el gradiente ambiental tiene un enfoque de paisaje forestal donde se concentra la actividad forestal y donde es posible encontrar diversas situaciones de uso y características ambientales propias de las regiones naturales, tal como lo es el sector norte, este y sur de la provincia de Tierra del Fuego (ej. zonas geográficas con relativa ausencia de regeneración, sequedad del ambiente en algún momento del año, cargas ganaderas variables que podría derivar en el fracaso del tratamiento silvícola). Finalmente, la gestión de la actividad forestal se presenta como una problemática de larga data dada por el incumplimiento de los marcos normativos que declaran expresamente el uso sostenible de los recursos forestales. Puntualmente, la provincia de Tierra del Fuego declara en la Ley Forestal N° 145 que el recurso forestal es un bien social. Si bien la presente tesis pretende generar un aporte científico de valor, presenta en su desarrollo la

generación de propuestas técnicas viables para la toma de decisiones sobre el manejo actual y futuro de los bosques de producción, lo cual se podría considerar como un canal de diálogo que favorezca a las sinergias positivas entre la generación de conocimientos científicos, su implementación en el territorio y la divulgación a la sociedad fueguina.

«« «»»

CAPÍTULO II

ESTRUCTURA Y OBJETIVOS DE LA TESIS

2.1 Objetivo general y específicos

El objetivo general de esta tesis es determinar la relación de la regeneración natural y la estructura forestal en bosques de *Nothofagus pumilio* aprovechados mediante cortas de protección en Tierra del Fuego a lo largo de gradientes ambientales, de calidad de sitios y de elevación a nivel del mar en dos escalas temporales luego de la cosecha forestal. Este objetivo busca generar herramientas para la toma de decisiones en referencia a los tratamientos silvícolas propuestas que en la actualidad no distinguen zonas geográficas o alternativas diferenciales de implementación de acuerdo a la respuesta de las intervenciones a fin de dar continuidad al manejo forestal.

Los objetivos específicos son los siguientes:

1. Caracterizar los gradientes ambientales en relación a las variables macroclimáticas de temperatura y precipitación, evapotranspiración potencial, variables de elevación a nivel del mar y calidades de sitio de las áreas de cosecha en bosques de *N. pumilio* en tres zonas geográficas donde se desarrolla la actividad foresto-industrial.
2. Describir y analizar la estructura forestal original, cosechada, remanente, dañada y actual luego de 5 y 10 años de realizarse la corta de protección en bosques destinados a la producción forestal en las distintas zonas geográficas del territorio provincial.
3. Determinar una metodología de evaluación de los tratamientos silvícolas implementados en una escala territorial y temporal acorde a la dinámica natural de la especie, con el uso de variables dasométricas y modelos de productividad de fácil utilización en el campo, de amplio uso e interpretación.
4. Generar información sobre la estructura forestal original, cosechada, remanente, dañada y actual bajo cortas de protección para la toma de decisiones en la gestión forestal.
5. Caracterizar los grupos funcionales acompañantes de la regeneración natural y que conforman el sotobosque del bosque cosechado.
6. Determinar la dominancia de la regeneración en función a su establecimiento antes de la cosecha (preinstalada) y luego de la cosecha (postinstalada).

7. Determinar la respuesta de la regeneración natural a las intervenciones de cosecha realizadas mediante la estructura de estratos de alturas, crecimiento y calidad de las plantas.
8. Modelar las métricas de la regeneración en función de la estructura forestal, de las variables abióticas, bióticas y gradientes ambientales.
9. Analizar el proceso técnico y administrativo aplicado a las prescripciones silvícolas de los bosques de producción maduros de *Nothofagus pumilio* en Tierra del Fuego y proponer condiciones mínimas para la implementación de las cortas de protección.

2.2 Hipótesis de Trabajo

(H1) Las tres zonas geográficas de cosecha forestal se encuentran en gradientes de temperatura, precipitación, evapotranspiración potencial, elevación a nivel del mar y calidades de sitio similares.

(H2) Por tratarse de bosques puros de *N. pumilio* destinados a la producción forestal bajo un mismo tratamiento silvícola (cortas de protección), los distintos niveles de estructura forestal luego de 5 y 10 años de realizada la cosecha presentarán características similares en las tres zonas geográficas (norte, este y sur) de la provincia.

(H3) La metodología descriptiva del estado de la estructura forestal luego de la cosecha forestal en las distintas zonas de cosecha y períodos de tiempo luego de la cosecha resulta de ágil utilización e interpretación por el área técnica forestal de la provincia.

(H4) La información sobre el estado de la estructura forestal (original, cosechada, remanente, dañada y actual) resulta de utilidad para la toma de decisiones en la gestión forestal.

(H5) Los grupos funcionales de cobertura y plantas del sobosque acompañantes de la regeneración natural limitan el desarrollo de alturas, crecimiento y calidad de dicha regeneración.

(H6) La regeneración natural preinstalada a la cosecha forestal es dominante a la regeneración postinstalada, de esta manera los relevamientos de la regeneración en el bosque primario durante el inventario forestal resultan relevantes para la toma de decisiones para la habilitación de las áreas de bosque al manejo forestal.

(H7) Los estratos de alturas, crecimiento y calidad de la regeneración natural luego de la cosecha esta asociada a: (a) la estructura forestal remanente una vez que finaliza la actividad

forestal y a medida que transcurre el tiempo luego de la cosecha; (b) la presencia de otros agentes (sotobosque y herbívoros) que influyen sobre el desarrollo de la regeneración natural.

(H8) La regeneración natural de los bosques cosechados en Tierra del Fuego responden a la complejidad del sistema natural fueguino, de esta manera las métricas de la regeneración natural responden de manera orientativa a la estructura forestal, a los daños bióticos, a las condiciones de elevación a nivel del mar, calidad de sitio, a las macrovariables de precipitación y temperaturas.

(H9) El proceso técnico y administrativo aplicable a las prescripciones silvícolas se presenta en un marco general y hasta la actualidad no se consideran indicadores para la evaluación de la implementación de los tratamientos silvícolas para la toma de decisiones en la gestión forestal.

2.3 Descripción del área de estudio y las parcelas de muestreo

El estudio se desarrolló en la provincia argentina de Tierra del Fuego, en bosques puros de *N. pumilio* clasificados como bosques de producción forestal según la Ley Provincial N° 145/94. Estas áreas forestales pertenecen a la categoría de conservación II (amarillo) según la Ley Nacional N° 26.331/07 y Ley Provincial N° 869/12. Estos bosques cubren un marcado gradiente ambiental y paisajístico desde la región del ecotono estepa-bosque con los bosques de ñire hasta la región cordillerana.

Las áreas de muestreo corresponden a rodales pertenecientes a distintos planes de manejo forestales y cosechados bajo el tratamiento silvícola de cortas de protección. Estas áreas abarcan todo el territorio provincial donde se desarrolla la actividad foresto-industrial fueguina actual. Según la distribución geográfica de los aprovechamientos forestales y de las clasificaciones naturales de la provincia (Collado, 2001, 2007; Paredes et al., 2020) se identificaron tres zonas geográficas de cosecha: (1) la zona norte, la cual se encuentra en la región natural del ecotono-bosque y totalmente bajo dominio privado; (2) la zona sur, conocida localmente como margen sur del Lago Fagnano y, (3) la zona este, denominada localmente como ingreso al ex-aserradero Las Lengas o ingreso a la Correntina y que se ubica al este de la ciudad de Tolhuin. Tanto la zona geográfica sur y este pertenecen a la región del bosque cordillerano y se encuentran bajo dominio fiscal. A través de los registros de la Dirección General de Desarrollo Forestal del Gobierno de la Provincia de Tierra del Fuego se identificó el período de cosecha para cada rodal y se utilizó la base de información vectorial para determinar la superficie y ubicación geográfica en el territorio provincial (Tabla 2.1).

Tabla 2.1. Información administrativa y geográfica de las áreas de muestreo o rodales. Se detalla Zonas Geográficas, Período de cosecha, denominación de los rodales, superficie en hectáreas (Sup), puntos centrales de los rodales en longitud oeste (Long-O) y latitud sur (Lat-S).

Zonas Geográficas	Periodo de cosecha	Rodales	Sup (ha)	Long-O	Lat-S
Norte	2005-2007	Ew-a	9,8	67° 15' 30"	54° 22' 49"
		Ew-b	9,6	67° 15' 18"	54° 22' 35"
		LP-a	196,1	67° 10' 16"	54° 24' 41"
	2012-2013	LP-b	96,4	67° 09' 22"	54° 27' 06"
		LP-c	37,0	67° 13' 05"	54° 24' 24"
		Ind	43,0	67° 29' 42"	54° 21' 14"
Este	2005-2007	Fre	16,2	66° 37' 07"	54° 36' 36"
		Br-a	114,8	66° 39' 47"	54° 37' 10"
		Br-b	23,1	66° 41' 32"	54° 37' 16"
	2012-2013	Cz-b	8,7	66° 43' 21"	54° 33' 36"
		BRu	7,5	66° 42' 28"	54° 34' 25"
		L93	3,9	66° 42' 35"	54° 29' 02"
Sur	2005-2007	Cas-a	7,9	67° 18' 47"	54° 38' 37"
		Lit	59,1	67° 18' 28"	54° 31' 23"
		Cz-a	43,9	67° 18' 60"	54° 30' 43"
	2012-2013	Cas-b	4,6	67° 17' 32"	54° 38' 20"
		Mir	16,0	67° 19' 18"	54° 35' 30"
		CIn	24,9	67° 06' 49"	54° 37' 02"

El estudio se organizó en dos escalas de trabajo: (i) en la escala de territorio (Figura 2.1), se identificaron 18 áreas de muestreo distribuidas equitativamente en las tres zonas geográficas de aprovechamiento forestal (norte, este, sur) representativas de los gradientes ambientales y paisajísticos de los bosques de *N. pumilio* (bosques ecotonales y cordilleranos) y, (ii) en la escala temporal, se diferenciaron las 18 áreas de muestreo en dos períodos de tiempo luego de la cosecha forestal: rodales habilitados para el aprovechamiento forestal luego de 10 años de la cosecha (Post+10) correspondiente a los años 2005 a 2007, y rodales aprovechados luego de 5

años de la cosecha (Post+5) correspondientes a los años 2012 y 2013. Las áreas de muestreo se encontraron asociadas a otros ambientes naturales que fueron excluidos del estudio, por ejemplo sectores de bosques aprovechados en otros periodos forestales (aprovechamientos de más de 10 años), bosques de protección (bosques de *N. pumilio* que no pueden ser cosechados en cumplimiento al Decreto Provincial N° 852/95), áreas de bosques de *N. antarctica* y sectores de estructura más abierta como turbales y pastizales o vegas.

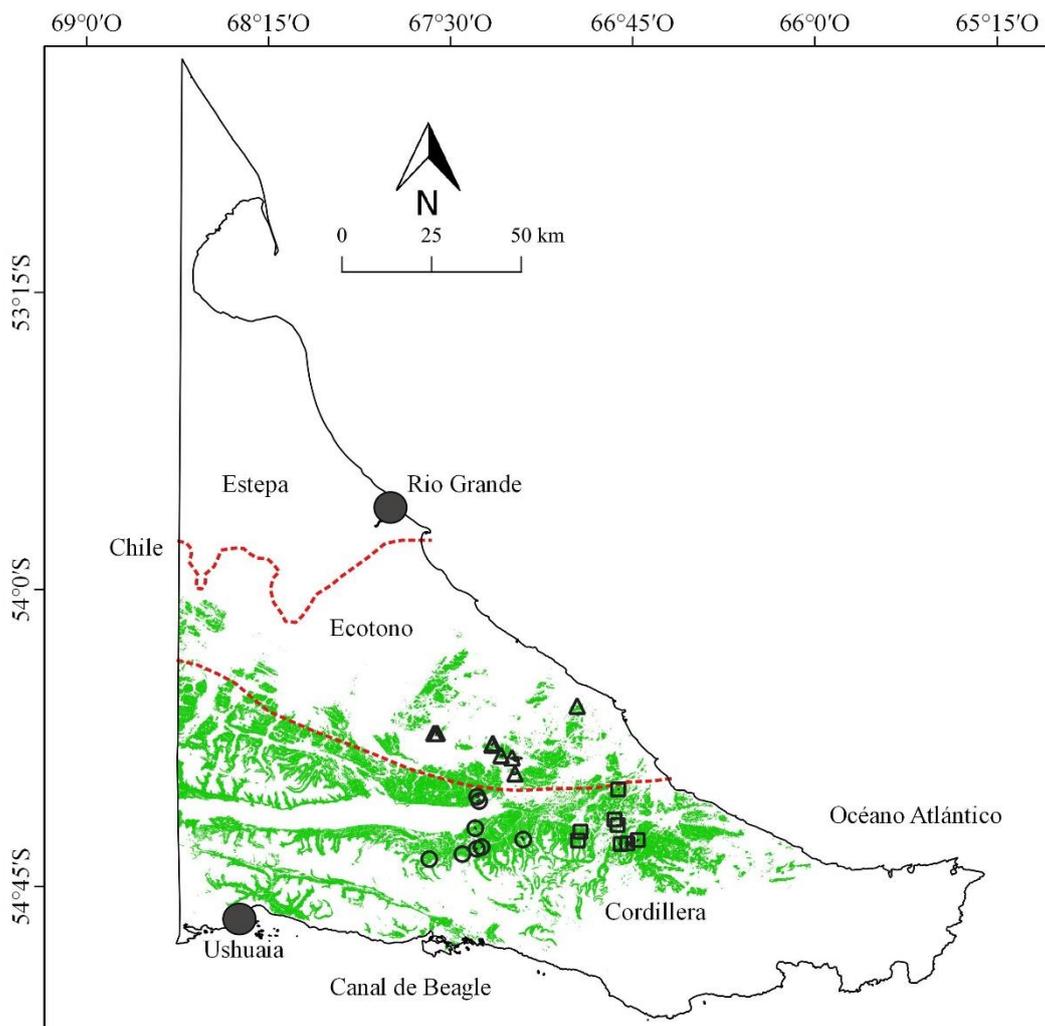


Figura 2.1 Ubicación de las áreas de muestreo (triángulos zona norte, cuadrados zona este y círculos zona sur, en bosques puros de *Nothofagus pumilio* (verde), líneas discontinuas rojas indican límites de regiones naturales (estepa, ecotono, cordillera). Adaptado de Collado (2007).

Las áreas de muestreo se seleccionaron de modo de cumplir con los siguientes requisitos: (a) registros de habilitación para el aprovechamiento forestal por parte del organismo contralor de la Provincia de Tierra del Fuego; (b) contar con información vectorial, año de aprovechamiento forestal, precedentes de cosecha bajo cortas de protección y productor forestal responsable de la

cosecha; (c) contar con información técnica que acredite la ausencia de cortas complementarias, finales u otro tipo de actividad de uso forestal; (d) inexistencia de disturbios naturales como volteos masivos por tormentas de viento y disturbios generados por áreas de inundación debido a castoreras; (d) inexistencia de usurpaciones o conflictos de tenencia de la tierra; (e) presencia de caminos transitables para vehículos y de manera pedestre; (f) contar con una superficie efectiva de cosecha mayor a 2,0 ha y cuyo polígono de área no correspondiera a formas lineales o alargadas.

El promedio de los rodales cosechados fue de 40,3 ha, en función a la planificación de cada plan de corta forestal, capacidad de cosecha y transformación primaria de la madera de los distintos productores forestales. Dicha particularidad en la actividad forestal fueguina se observó a través de la superficie mínima y máxima resultante de las áreas de muestreo para la tesis, siendo la superficie mínima de 3,9 ha y la superficie máxima de 196,1 ha. La superficie total de estudio ascendió a 725,5 ha.

2.3.1 Parcelas de muestreo

En Tabla 2.1 se suministró información administrativa y geográfica de los rodales aprovechados bajo cortas de protección y que fueron seleccionados para el estudio de tesis de acuerdo a los requisitos indicados precedentemente. Cada área de estudio se identificó con siglas utilizando la denominación de cada productor forestal responsable de la cosecha, en caso de que el productor haya tenido la responsabilidad de dos o más rodales, se agregaron a la denominación de cada área de estudio las letras consecutivas a, b, c. De esta manera, las distintas áreas estudiadas correspondieron a Estancia Ewan, rodales a y b (Ew-a; Ew-b); Estancia Indiana (Ind); Lengua Patagonia S. A. rodales a, b y c (LP-a; LP-b; LP-c); Fregosini Hnos. (Fr); Bronzovich Hnos. rodales a y b (Br-a; Br-b); Cardozo Hnos. rodales a y b (Cz-a; Cz-b); Belver Ruvira (BRu); experiencia piloto Lote 93 (L93); Ricardo Castro rodales a y b (Cas-a; Cas-b); Aserradero Litoral (Lit); Miranda Llanos (Mir) y Comunidad Indígena (CIn).

Los vectoriales de las áreas de estudio se vincularon a un sistema de información geográfico (SIG) donde se determinaron las coordenadas del punto central de cada rodal. En primer lugar se vincularon los vectoriales de los rodales al SIG y, con el empleo de imágenes de alta resolución se evaluó la posibilidad de acceso en las zonas bajo dominio fiscal y las correspondientes solicitudes de ingreso en las áreas bajo dominio privado. En el territorio, los puntos centrales de cada rodal fueron ubicados en el terreno mediante el uso de un geo-posicionador satelital (GPS). Una vez identificado el punto central del área de muestreo se establecieron cuatro parcelas de muestreo con brújula en las orientaciones de norte, este, sur, oeste y se denominaron Pn, Pe, Ps,

Pw respectivamente. Desde el punto central al punto de inicio de cada parcela la distancia fue de 20 m, desde dicho punto al punto final la distancia del eje central de la parcela fue de 50 m. Los puntos inicial y final de cada parcela fueron materializados con estacas de madera pintadas con aerosol color bermellón. Cada parcela presentó un ancho de 10 m y un largo de 50 m (500 m^2). El radio límite para el establecimiento de las parcelas de muestreo fue de 70 m (1,5 ha), por lo cual se requirió que los rodales forestales cuenten con una superficie de cosecha mayor a 2 ha y cuyo polígono tuviese una forma tal que permita contener a las cuatro parcelas de muestreo (Figuras 2.2 y 2.3).

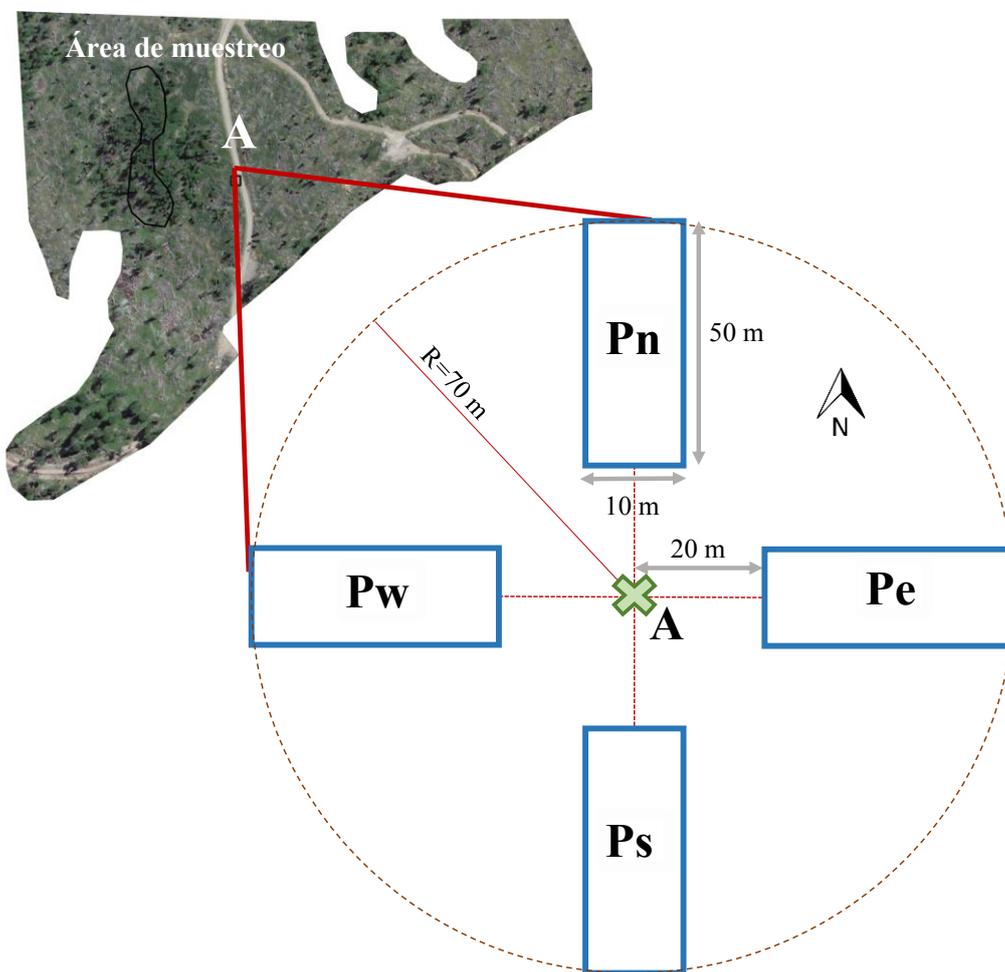


Figura 2.2. Método de establecimiento de las parcelas de muestreo en orientación norte (Pn), este (Pe), sur (Ps) y oeste (Pw). En cada área de muestreo se determinó un punto central (A) y un radio límite (R) de 70 m.

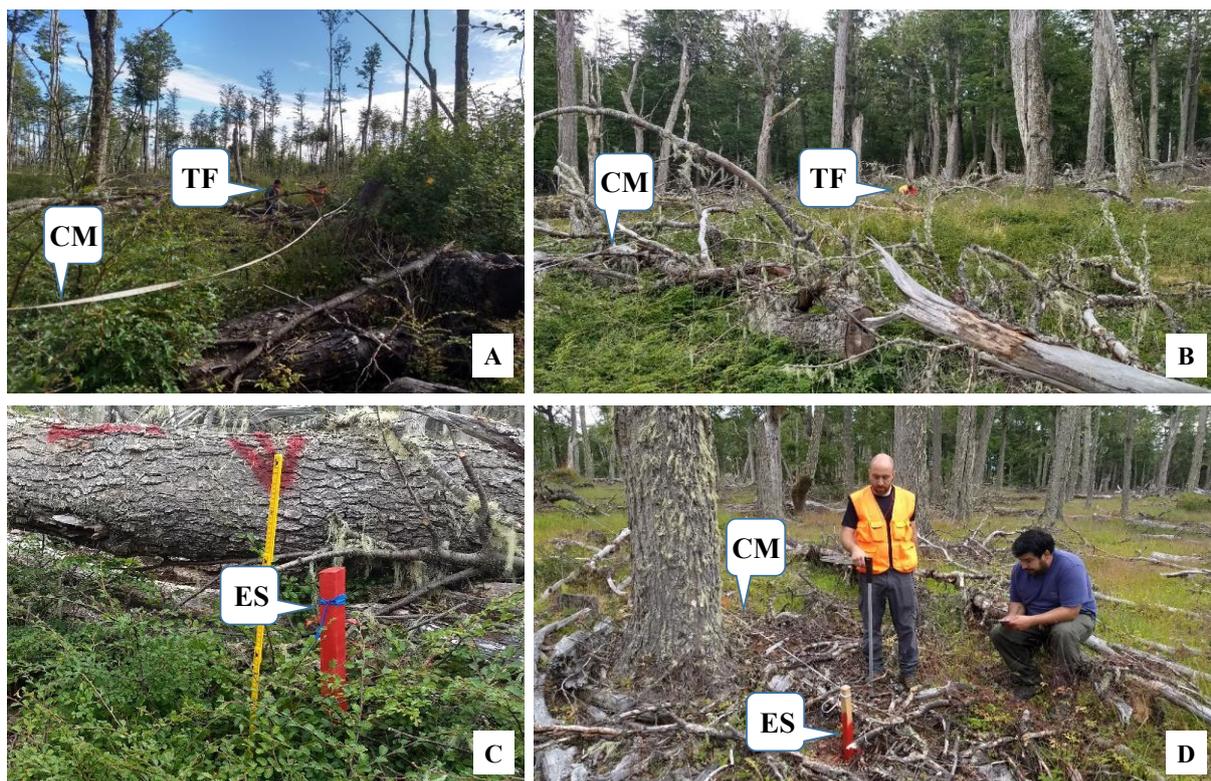


Figura 2.3. Establecimiento en el territorio de las parcelas de muestreo. A) y B) empleo de cinta métrica de 50 metros (CM) para identificar el eje central de la parcela rectangular 50 x 10 m, donde los colaboradores (TF) indican la orientación de la parcela. C) y D) identificación permanente de puntos iniciales y finales de parcelas con estacas (ES).

2.4 Estructura de la tesis

La tesis se estructura en 7 Capítulos y secciones correspondientes a bibliografía citada, Anexos, Publicaciones y Exposiciones surgidas de esta tesis. El Capítulo I introduce sobre las características de los bosques de *N. pumilio* en Patagonia Sur, consideraciones generales del clima, ambiente y del paisaje natural donde se desarrolla la actividad foresto-industrial actual de la provincia de Tierra del Fuego. Se describen los principios de los sistemas y tratamientos silvícolas (ej. cortas de protección, retención variable, cortas en bosquetes), principales antecedentes sobre la actividad forestal fueguina. Se observan las situaciones de actualidad del sector productivo y problemáticas inherentes a las prácticas de aprovechamiento forestal, daños sobre la regeneración natural luego de la cosecha y debilidades de los organismos del Estado responsables de la gestión de dicha actividad. Finalmente algunas consideraciones particulares y relevantes que hacen a la tesis. El capítulo II incluye los objetivos e hipótesis de la tesis, definición de las zonas geográficas de cosecha forestal en el territorio provincial (norte, este y sur), criterios para la selección de las áreas de muestreo, escala temporal de acuerdo a 2 períodos

de tiempo transcurridos luego de la cosecha (Post+5 y Post+10) y método para el establecimiento de las parcelas de muestreo en el territorio, registro, procesamiento y análisis de los datos relevados. Los capítulos III, IV, V y VI se organizaron en: (1) introducción, (2) objetivos, (3) materiales y métodos, (4) resultados, (5) discusión y, (6) conclusiones particulares. El capítulo III presenta información sobre los gradientes ambientales en relación a las variables macroclimáticas de temperatura y precipitación, variables de elevación a nivel del mar y calidades de sitio de las áreas de cosecha ubicadas en las zonas geográficas norte, este y sur. El capítulo IV describe y analiza la estructura forestal del bosque sujeto a aprovechamiento forestal en distintos niveles (estructura original, remanente, cosechada, dañada y actual) de acuerdo a una escala temporal (Post+5 y Post+10) y a escala territorial (zonas norte, este y sur). Lo cual permite determinar una metodología para la evaluación de los tratamientos silvícolas implementados acorde a la dinámica natural de la especie, con el uso de variables dasométricas y modelos de productividad de fácil utilización en el campo, de amplio uso e interpretación para que finalmente, dicha información facilite la toma de decisiones en la gestión forestal. El capítulo V caracteriza los grupos de vegetación acompañantes de la regeneración natural y que conforman el sotobosque del bosque cosechado. Se determina la dominancia de la regeneración en función a su establecimiento antes o después de la cosecha, se describe la respuesta de la regeneración natural a las intervenciones de cosecha realizadas mediante la estructura de edades, crecimiento y calidad de las plantas. Con dicha información generada se modelan las métricas de la regeneración en función de la estructura forestal, de las variables abióticas, bióticas y gradientes ambientales. El capítulo VI corresponde a las sugerencias para la adecuación de las prácticas silvícolas actuales en función a los resultados de los capítulos III, IV y V. Incluye un análisis del marco normativo que regula la actividad forestal en la provincia y los principales ejes de trabajo que desarrollan técnicos del sector gubernamental y privados que ofrecen sus servicios a productores forestales responsables de la cosecha. Asimismo, se describen los procesos técnicos y administrativos que realiza el área técnica de la provincia como responsables de la regulación de la actividad forestal enmarcada en la normativa forestal. Finalmente, se proponen los lineamientos que establecen los criterios mínimos para la ordenación técnica y administrativa de la actividad forestal y que conlleven a un sostenido proceso en el manejo de los bosques de la provincia. Finalmente, en el capítulo VII se presentan las consideraciones finales en conclusiones generales, recomendaciones para investigaciones futuras y limitaciones del estudio realizado. Posteriormente, se presenta la sección que comprende la bibliografía consultada, anexos en relación a los lineamientos para establecer los

critérios mínimos para los procesos de manejo forestal y marco normativo provincial, finalmente las publicaciones y exposiciones surgidas de la tesis (Figura 2.4).

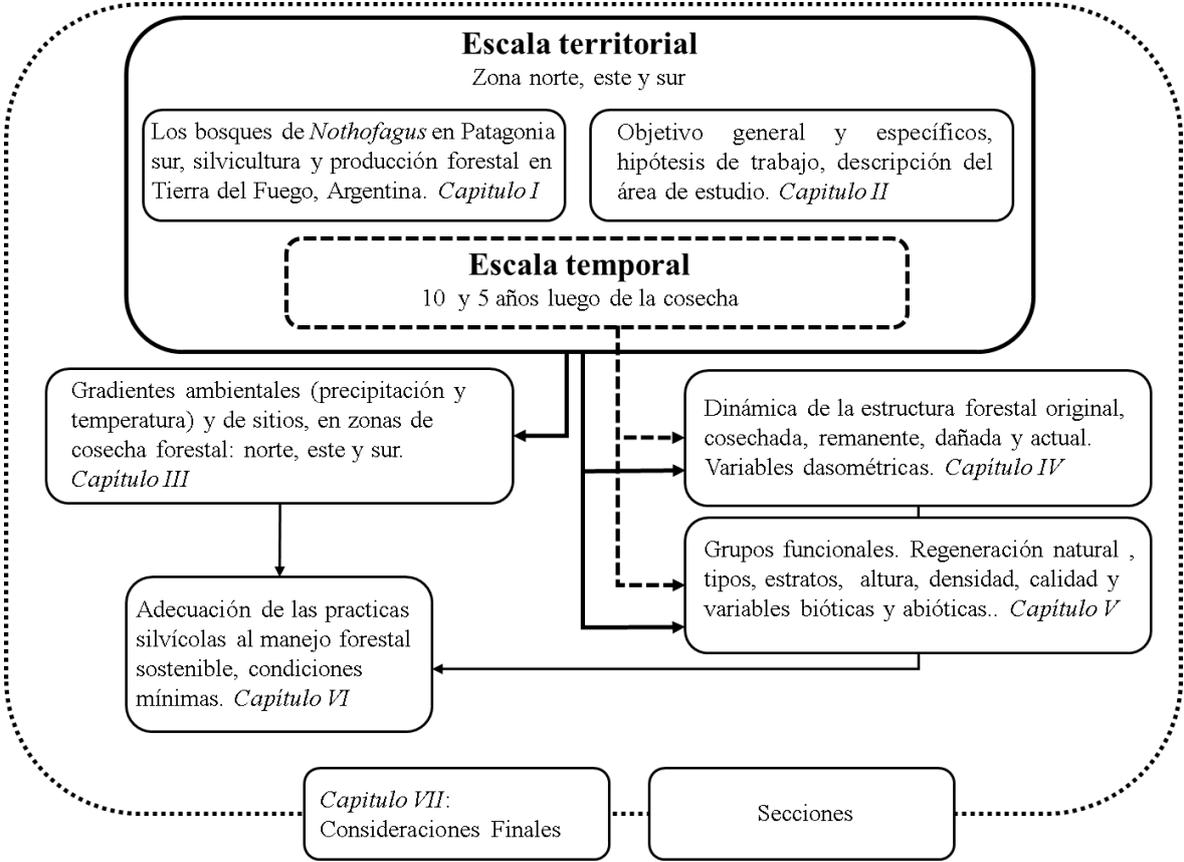


Figura 2.4. Esquema síntesis del desarrollo de la tesis. Caja con línea continua gruesa indica la escala territorial y caja con línea guión señala a la escala temporal; cajas con líneas continuas delgadas corresponden a los capítulos, caja con líneas punteadas indican integración de los contenidos presentados. Las flechas con líneas continuas y guiones presentan conexión entre capítulos.

«« »»

CAPÍTULO III

CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS, DE ELEVACIÓN Y DE CALIDAD DE SITIO EN ZONAS DE COSECHA FORESTAL EN CATEGORÍA II - LEY N° 26.331

3.1 Introducción

Las variables macroclimáticas de temperatura, precipitación y radiación condicionan la distribución de las especies y/o asociaciones vegetales a lo largo de la latitud, longitud y elevación desde el nivel del mar (Soliani et al., 2017). Mientras que las variables microclimáticas y edáficas definen las condiciones ambientales y propiedades del suelo como en su posición espacial (ej. el grado de pendiente) a una escala de rodal o de sitios (Thiers, 1997; Gerding y Thiers, 2002; Thiers y Gerding, 2007). Ambas variables modelan la vegetación a lo largo del paisaje en Tierra del Fuego (Revertus et al., 1997; Martínez Pastur et al., 1999a). Las diez especies del género *Nothofagus* poseen amplias distribuciones en el extremo austral de Sudamérica (Dimitri, 1972; Donoso, 1987, 1996; Premoli et al., 2012; Acosta y Premoli, 2018; Mathiasen et al., 2020). Estas formaciones arbóreas se caracterizan por tener una gran plasticidad evolutiva que les permite ocupar una amplia variedad de hábitats, ocupar suelos de baja calidad, soportar el estrés hídrico y térmico (Ramírez et al., 1985; Alberdi, 1987; Donoso, 1987; Ormazabal y Benoit, 1987). En Tierra del Fuego solo se desarrollan tres especies, *N. betuloides*, *N. antarctica* y *N. pumilio* (Pisano, 1997; Rabassa et al., 2005), de las cuales los bosques puros de *N. pumilio* son las formaciones dominantes (Collado, 2001, 2007). Estos bosques constituyen la fuente de abastecimiento maderero para el sector foresto-industrial de la provincia y se distribuyen en la región conocida como ecotono estepa-bosque, región de los bosques de cordillera y en los bosques con alternancia de turbales (Ver Apartado 1.1).

En la actualidad la actividad forestal se desarrolla en tres grandes zonas geográficas de cosecha: zona norte, este y sur. La zona norte corresponde a la región del ecotono estepa-bosque, las zonas este y sur corresponden a la región del bosque cordillerano (Ver Apartado 2.3 y Figura 2.1). La primera región se caracteriza por una topografía ondulada y con colinas de escasa altura, la especie ocupa lomas en sitios elevados y en las zonas bajas se desarrolla la vegetación herbácea generando un mosaico de isletas boscosas y praderas que determinan un paisaje característico de la región norte (Collado, 2007; Allué et al., 2010). Los bosques cordilleranos dominan los ambientes montanos y determinados por la alternancia de sierras y valles (Premoli, 2004; Allué et al., 2010). *N. pumilio* es la formación arbórea dominante hasta los

aproximadamente 600 m.s.n.m. y se desarrolla hasta en laderas de montañas con suelos de poca profundidad y límite de la vegetación arbórea, donde crece en forma achaparrada (Richter y Frangi, 1992; Bava, 199ab).

En el marco de la Ley Nacional de Presupuestos Mínimos N° 26.331/07 y a través de la Ley Provincial N° 869/12 se clasificaron las tierras forestales de todo el territorio provincial en tres categorías de conservación denominadas Categoría I o rojo, Categoría II o amarillo y Categoría III o verde (Ver Apartado 1.3). Dichas categorías fueron definidas de acuerdo a los siguientes criterios de sustentabilidad ambiental: superficie, vinculación del bosque con otras comunidades naturales y con áreas protegidas existentes, existencia de valores biológicos sobresalientes, conectividad entre ecoregiones, análisis del uso del bosque al que estuvo sometido en el pasado, potencialidad del bosque para la actividad forestal, para la sustentabilidad agrícola y de conservación de cuencas, valor que las comunidades indígenas y campesinas otorgan al bosque. Dichos criterios definidos para todo el territorio nacional fueron complementados con macrovariables en el territorio provincial (Decreto N° 1.910/12) y fueron, (i) *elevación a nivel del mar*, las áreas sujetas a uso maderero no deben superar los 400 m.s.n.m., pero es posible el uso del bosque de lenga entre las cotas de 400 a 450 m.s.n.m. con pendientes inferiores a los 14° bajo pautas de manejo de bajo impacto; (ii) *pendiente*, áreas restringidas de uso que superen los 25° de pendiente y, (iii) *restricciones normativas provinciales*, exclusión de áreas protegidas donde no esté autorizada la actividad forestal; áreas que no se encuentren a menos de 100 m de la costa marítima, lagos, lagunas, ríos principales, ruta nacional, ni a menos de 50 m de humedales. Para el caso particular de la provincia de Tierra del Fuego, la actividad de aprovechamiento forestal es posible desarrollar en la Categoría II, la cual representa el 55 % de la superficie total de las tierras forestales (Ley N° 869/12). De acuerdo a la política forestal local, es prioridad fomentar y asegurar el uso de los bosques bajo los principios del desarrollo sostenible y alcanzar el ordenamiento forestal regional (Ley N° 145/94).

La ordenación forestal permite asegurar un suministro continuo de madera rolliza para el sector industrial, para ello se debe contar con modelos fehacientes que brinden la información adecuada para generar la base de dicha planificación (Martínez Pastur et al., 2000, 2002b, 2003). Además, que permita clasificar a los bosques (de la Categoría II) en base al potencial productivo (Loera Gallegos et al., 2018). La calidad de sitio permite estimar la máxima cosecha de madera que el bosque produce en un tiempo determinado proporcionando datos fundamentales para la toma de decisiones silvícolas (Martínez Pastur et al., 2003). Se define como la capacidad de un área determinada para el crecimiento de una especie en respuesta a la totalidad de condiciones ambientales existentes en un determinado rodal (Prodan et al., 1997). La altura dominante de los

rodales ha sido ampliamente utilizada como una forma de estimación de la productividad en *Nothofagus pumilio* y validada por numerosos estudios a finales del siglo XX (Costantino, 1950; Cozzo et al., 1967; 1969; Mutarelli et al., 1968; Schmidt y Urzúa, 1982; Carabelli, 1991; Uriarte y Groose, 1991; Fernández et al., 1993; Martínez Pastur et al., 1993; Martínez Pastur y Fernández, 1994; Schmidt y Caldentey, 1994; Schmidt et al., 1995, 1996; Peri y Martínez Pastur, 1996; Donoso y Caldentey, 1995). Con este marco, Martínez Pastur et al. (1997a) desarrolló un modelo para Patagonia Sur que consiste en la categorización de calidades de sitios (CS) que van desde el I al V; CS I para rodales maduros de más de 27,5 m de altura, CS II para rodales entre 24,0 y 27,5 m, CS III para rodales entre 20,5 y 23,9 m, CS IV para rodales entre 17,0 y 20,4 m y, CS V para rodales con alturas menores a 17,0 m. Dicho modelo es empleado en la elaboración de planes de manejo forestal y en las actividades de fiscalización forestal de la provincia (Parodi et al., 2017).

La historia de la actividad forestal (Ver Apartado 1.3) indica que los bosques de *N. pumilio* han sido cosechados sin consideración de las condiciones del paisaje (región del ecotono estepa-bosque, bosques cordilleranos), ni de las potenciales restricciones ambientales o factores de disturbios en masa (ej. Exposición al viento) (Martínez Pastur et al., 1997a, 2003; Paredes et al., 2020) y sin atención a las condiciones de desarrollo de la regeneración natural (Martínez Pastur et al., 1999ab). El uso del bosque se ha realizado atendiendo criterios de uso y extracción selectiva de los mejores árboles (sanidad y diámetro) en las áreas de bosques con mejor aptitud maderera (Martínez Pastur et al., 2000; Peri et al., 2019). Así en las últimas dos décadas se tuvo en consideración las áreas de bosques en calidades de sitio medias y altas, siendo la CS III representativa de los planes de manejo forestal (Martínez Pastur et al., 2000, 2002b; Frangi et al., 2004; Thiers y Gerding, 2007; Cellini et al., 2017).

De esta manera, los antecedentes indican que los criterios utilizados para la selección de las áreas de cosecha en la provincia han respondido a las mejores calidades de sitio, puede suponerse que las variables macroclimáticas y de elevación a nivel del mar también podrían resultar similares. La ubicación geográfica de las áreas cosechadas del presente estudio permite describir las características de las variables de temperatura, precipitación, de evapotranspiración potencial y de elevación a nivel del mar de las distintas zonas geográficas de cosecha forestal. La utilización de modelos climáticos ofrece información de meso y macroescala, lo cual es considerada como una necesidad para incorporarlas a la planificación forestal (Bava et al., 2005; Martínez Pastur et al., 2002b). Además, es un aporte en la diferenciación de las diferentes escalas de manejo (regional, predial, rodal, microambientes) (Martínez Pastur et al., 2012).

Finalmente, contribuyan a enriquecer los criterios ambientales enmarcados en la normativa forestal provincial.

3.2 Objetivo

Caracterizar los gradientes ambientales en relación a las variables macroclimáticas de temperatura y precipitación, variables de elevación a nivel del mar y calidades de sitio de las áreas de cosecha en bosques de *N. pumilio* en tres zonas geográficas donde se desarrolla la actividad foresto-industrial.

3.3 Materiales y métodos

3.3.1 Variables macroclimáticas y de elevación a nivel del mar

Una de las modelizaciones climáticas más utilizada en la provincia de Tierra del Fuego corresponde al set de variables bioclimáticas disponibles en la base de datos global de superficies climáticas Worldclim (Hijmans et al., 2005). Dichas variables fueron descargadas desde <http://www.worldclim.org/>, estas variables se describen como interpolaciones de datos observados correspondientes al período de 1960-1990 y, representan las tendencias anuales (ej. temperatura media anual, precipitación anual) de estacionalidad (ej. rango anual de temperatura y precipitación) y extremos o límites de factores ambientales (ej. temperatura de los meses más fríos y más cálidos y precipitación de los trimestres más secos y húmedos). Para determinar las variables de interés de las zonas de cosecha forestal (norte, este y sur), se utilizaron las coordenadas geográficas de las áreas de muestreo (Ver Apartado 2.3). Con dicha información en el sistema de información geográfico y utilizando la modelización climática global de Hijmans et al. (2005), se obtuvieron las variables de: temperatura media anual (°C) (TMA), temperatura media máxima (°C) (Tmx), temperatura media mínima (°C) (Tmin), precipitación media anual (mm.año⁻¹) (PA), precipitación media máxima (mm.año⁻¹) (Pmx), precipitación media mínima (mm.año⁻¹) (Pmin), evapotranspiración media potencial (mm.año⁻¹) (EVAPO) y elevación a nivel del mar en metros (m.s.n.m.).

3.3.2 Calidades de sitio (CS)

Se determinó la altura total de los árboles dominantes o codominantes ubicados en cada parcela de muestreo (Ver Apartado 2.3.1) con el uso de un hipsómetro láser. En el caso de existir un árbol dominante por fuera de las parcelas de muestreo, y estar ubicado dentro del radio límite (Ver Figura 2.2), se optó por el uso de la altura de dicho árbol. La altura total fue utilizada para la determinación de la calidad de sitio según la propuesta de Martínez Pastur et al. (1997a). De

acuerdo a la metodología seguida, el índice de sitio para *N. pumilio* se expresó como la altura que poseía el rodal a una edad base de 60 años (IS_{60}). En la Figura 3.1 se aprecian las calidades de sitio (CS) definidas en rodales maduros (> de 100 años) de más de 27,5 m de altura ($IS_{60} > 19,8$ m) para la CS I, de entre 24,0 y 27,5 m (IS_{60} entre 16,5 y 19,8 m) para la CS II, de entre 20,5 y 23,9 m (IS_{60} entre 13,1 y 16,4 m) para la CS III, de entre 17,0 y 20,4 m (IS_{60} entre 9,8 y 13,1 m) para la CS IV y menores a 17,0 m de altura ($IS_{60} < 9,8$ m) para una CS V. La aplicación de dicho modelo no implica la medición de la edad de la muestra ya que, en los rodales maduros en fase de envejecimiento (>150 años) los mismos han alcanzado la altura total y el crecimiento en altura es muy poco significativo (Martínez Pastur, 2006; Cellini, 2010). En la Figura 3.2 se presentan ejemplos de sectores de bosques en Tierra del Fuego en CS I con alturas dominantes de 28,5 y 32.4 m.

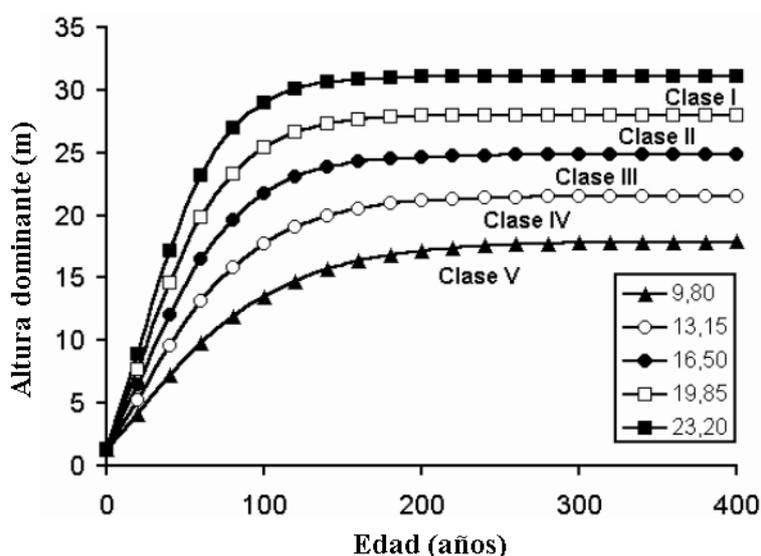


Figura 3.1. Modelo de índice de sitio y clases de sitio propuestas por Martínez Pastur et al. (1997) donde se grafican diferentes índices de sitio con edad base de 60 años (IS_{60}) (m).

Las variables climáticas y de elevación a nivel del mar fueron analizadas por rodal estudiado, se obtuvieron en total 18 coordenadas geográficas que fueron empleadas en el sistema de información geográfico para su aplicación en la modelización climática global de Hijmans et al. (2005). Se obtuvieron en total 72 datos de alturas medias, las cuales fueron empleadas para la determinación de los índices de sitio de acuerdo al modelo de Martínez Pastur et al. (1997a). Las variables climáticas fueron comparadas mediante un análisis de varianza (ANOVA, $p=0,05$) y test de Tukey ($p<0,05$), considerando las zonas de cosecha forestal (este, norte y sur). Para el análisis de los datos se utilizó el programa Statgraphics Centurion XVI (Versión 2016).

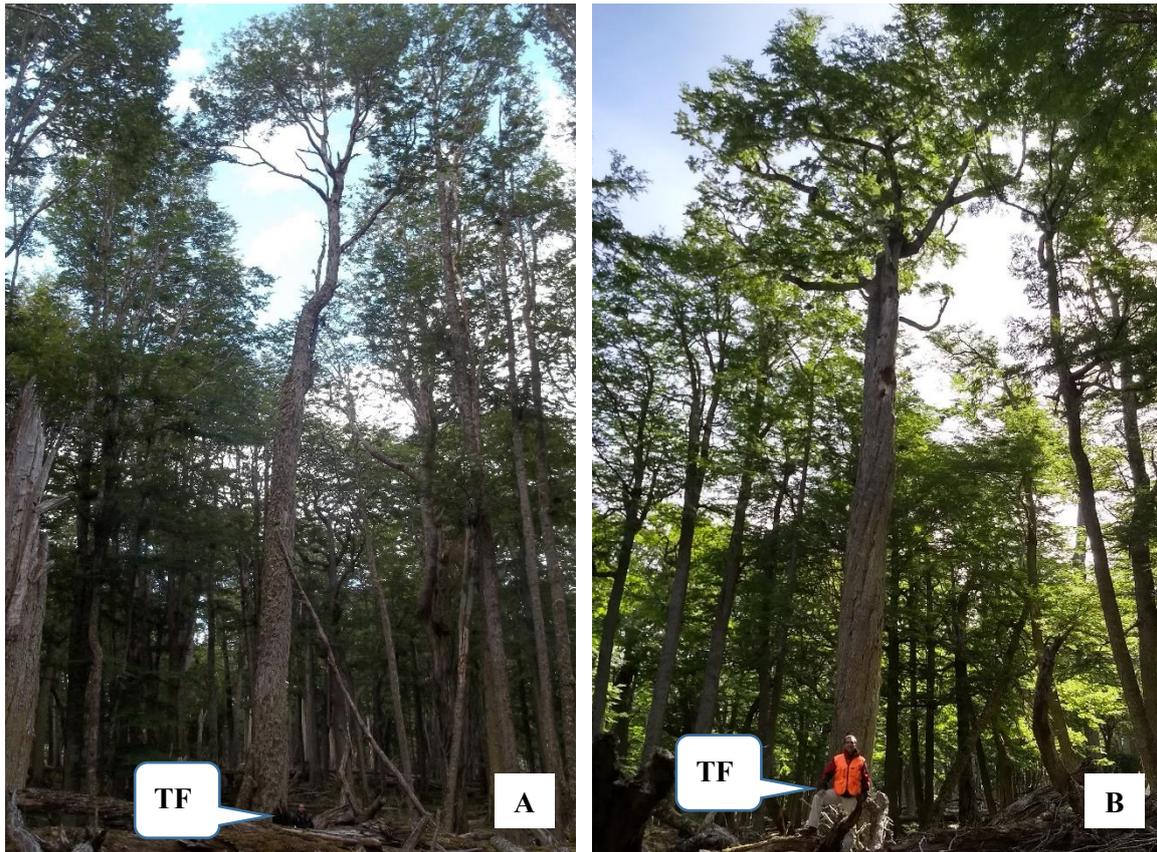


Figura 3.2. Bosques primarios de lenga en Tierra del Fuego en CS I en dos zonas geográficas del este y norte de la provincia. (A) Árbol dominante de 32,4 m. en la Reserva Forestal Lote 93, zona este; (B) Árbol dominante de 28,5 m. en Estancia Pirinaica, zona norte. TF = técnicos de referencia en relación a árboles dominantes medidos.

3.4 Resultados

Características de elevación a nivel del mar de las zonas de cosecha forestal. Los valores promedios de elevación a nivel del mar de los rodales cosechados no presentaron diferencias significativas entre las distintas zonas de estudio. Como resultó esperable, se puede apreciar en la Figura 3.3 que las zonas de cosecha ubicadas en la región de los bosques cordilleranos presentaron un amplio rango de elevación a nivel del mar de las áreas aprovechables; en la zona sur el área de cosecha con menor elevación resultó en 79 m.s.n.m., en un sitio próximo a la margen del Lago Fagnano y, la mayor elevación fué a los 336 m.s.n.m. en un plan de manejo a 25 km al sur de la margen del lago mencionado. La zona este se caracterizó con una elevación a nivel del mar comprendida entre los 169 a 311 m.s.n.m. y la zona norte varió entre los 144 a 204 m.s.n.m.

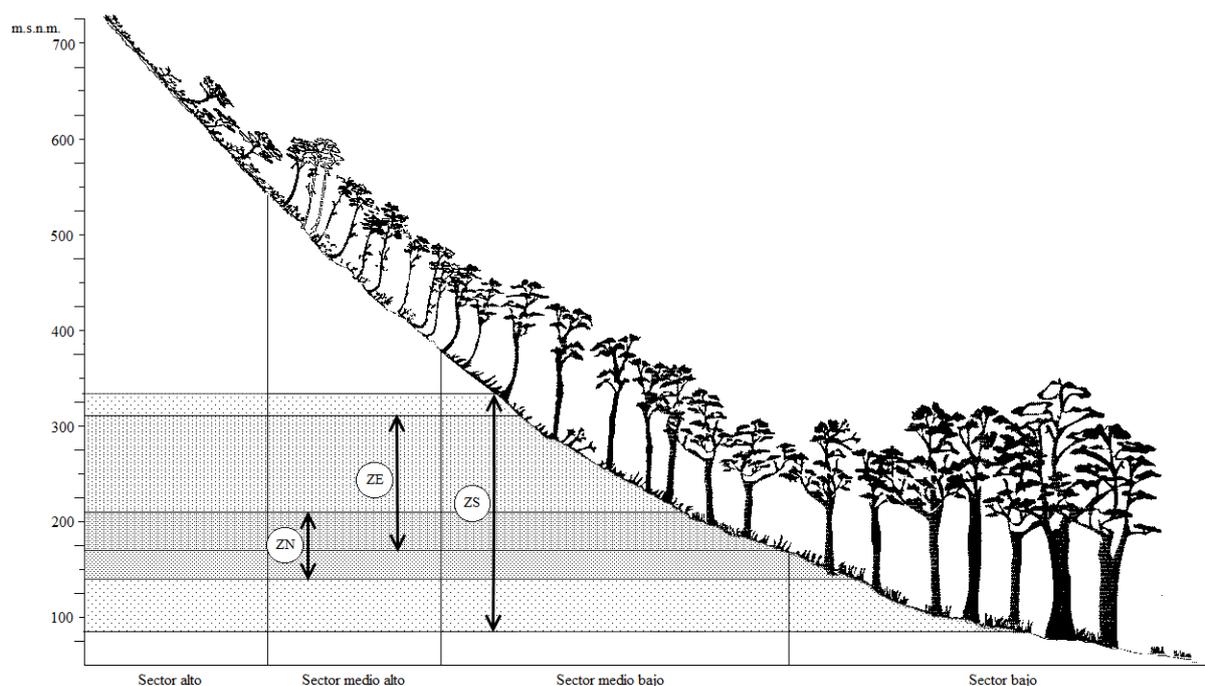


Figura 3.3. Perfil de los bosques de *N. pumilio* a lo largo del gradiente altitudinal. ZS = rango de elevación a nivel de mar de cosecha forestal en la zona sur. ZE = rango de elevación a nivel de mar de cosecha forestal en la zona este. ZN = rango de elevación a nivel de mar de cosecha forestal en la zona norte. Adaptado de Barrera et al. (2000).

Características macroclimáticas de temperatura, precipitación y evapotranspiración potencial.

Las variables de temperatura (media anual, media máxima, media mínima) y evapotranspiración potencial no presentaron diferencias significativas entre las distintas zonas de estudio. La precipitación media anual, mínima y máxima aumentó desde la zona ecotonal hacia las zonas sur y este, con diferencias significativas entre la zona norte en relación a las zonas este y sur. (Tabla 3.1; Figura 3.4).

Tabla 3.1. Análisis de varianza de variables climáticas para las zonas de estudio este, norte y sur.

ZONAS	TMA	Tmx	Tmin	PA	Pmax	Pmin	EVAPO
Este	4,4	13,1	-2,9	438,0 a	46,5 a	24,8 a	556,7
Norte	4,8	13,6	-2,4	404,3 b	42,2 b	22,8 b	566,0
Sur	4,8	13,4	-2,4	431,0 a	44,3 c	25,0 a	560,2
<i>F</i>	<i>1,38</i>	<i>2,44</i>	<i>2,29</i>	<i>21,96</i>	<i>30,91</i>	<i>11,21</i>	<i>2,26</i>
<i>(p)</i>	<i>(0,2808)</i>	<i>(0,1211)</i>	<i>(0,1354)</i>	<i>(0,0000)</i>	<i>(0,0000)</i>	<i>(0,0011)</i>	<i>(0,1384)</i>

TMA = temperatura media anual (°C), Tmx = temperatura media máxima (°C), Tmin = temperatura media mínima (°C), PA = precipitación media anual (mm año⁻¹), Pmax = precipitación media máxima (mm mes⁻¹), Pmin = precipitación media mínima (mm mes⁻¹), EVAPO = evapotranspiración media potencial (mm año⁻¹) (Hijmans et al., 2005). F = test de Fisher, (p) = probabilidad. Letras diferentes indican diferencias significativas mediante el test de Tukey a 0,05.

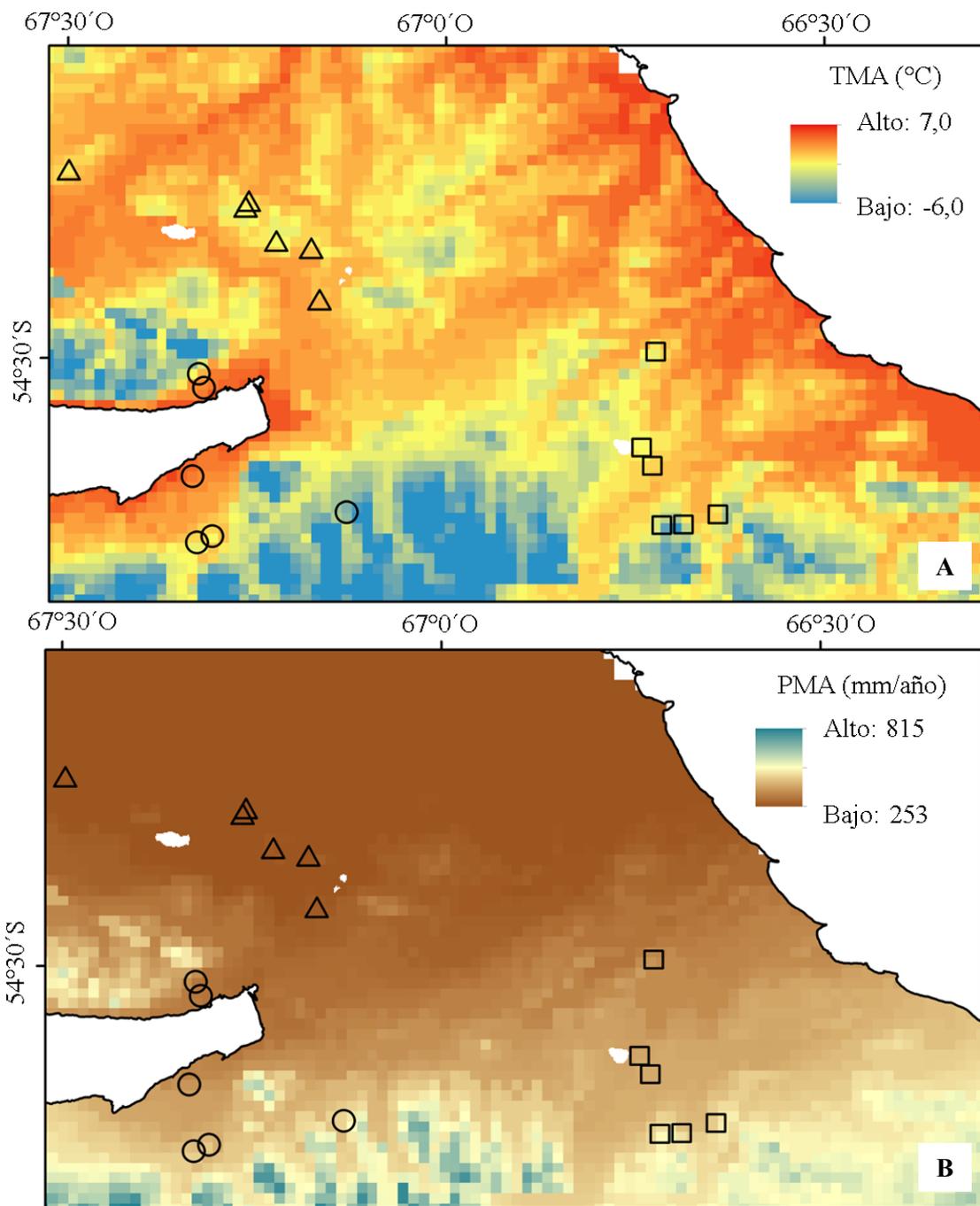


Figura 3.4. Distribución de las áreas de muestreo en el gradiente de temperatura media anual y precipitación media anual. A) Distribución de las áreas de muestreo en el gradiente de temperatura media anual (TMA). B) Distribución de las áreas de muestreo en gradiente de precipitación media anual (PMA). Triángulos representa parcelas de estudio en zona norte, cuadrados representa parcelas de estudio en zona este y círculos representan parcelas de estudio en zona sur.

Calidades de sitio en las zonas de cosecha forestal. La calidad de sitio media en las áreas cosechadas fue igual a III y no se presentaron diferencias significativas entre las distintas zonas

geográficas. Los valores medios de alturas dominantes para la zona este fue de 22,4 m, para la zona norte de 23,3 m y para la zona sur de 21,9 m. El rango de calidades de sitio en las zonas de cosecha resultó entre II a IV, el 61 % de las calidades de sitio resultó en III (alturas dominantes entre 20,9 a 23,7 m); el 28 % de las calidades de sitio resultaron en II (alturas entre 24,2 a 25,4 m) y el 11 % correspondió a la clasificación IV (alturas entre 17,8 a 19,1).

3.5 Discusión

Las zonas geográficas de cosecha forestal norte, este y sur presentaron un gradiente de temperaturas medias anuales de 4,4 a 4,8 °C sin diferencias estadísticamente significativas entre dichas zonas. Este gradiente puede considerarse similar a los resultados del estudio realizado por Allué et al. (2010). Los autores, también para la zona de bosques puros de *N. pumilio*, reportaron un gradiente de temperaturas medias de 4,0 a 4,9 °C. Estos valores se encontraron dentro del rango de valores máximos y mínimos de temperatura para todo el territorio provincial (Ver Apartado 1.1.1). En cuanto a los registros de temperatura media anual para todo el territorio provincial, se presentaron valores superiores a los obtenidos en el presente estudio, lo que resultó esperable en función a las diferencias ambientales, climáticas y orográficas existentes en las distintas regiones naturales del territorio provincial. Puigdefábregas et al. (1988, 1999), Frangi y Richter (1992, 1994), Pisano (1981) y Kreps et al. (2012) reportaron un gradiente de temperaturas medias anuales de 5,5 a 5,9 °C.

El régimen de precipitación en las zonas de cosecha forestal se distribuye de norte a sur con 404 a 438 mm año⁻¹. La zona norte resultó con menor cantidad de precipitación y con diferencias estadísticamente significativas en relación a las zonas este y sur. Para similares áreas de bosques puros de *N. pumilio* en la zona centro de la provincia, Pisano (1997) reportó un rango de 400 a 450 mm año⁻¹, Allué et al. (2010) reportó un gradiente de 411 a 477 mm año⁻¹, Frangi et al. (2004) y Lencinas (2005) reportaron una precipitación media anual de 400 a 600 mm año⁻¹. Mientras que el rango de precipitaciones para todo el territorio provincial según Puigdefábregas et al. (1988, 1999), Frangi y Richter (1992, 1994), Pisano (1981) y Kreps et al. (2012), correspondió a un gradiente de norte a sur de 300 hasta 2.000 mm año⁻¹. Barrera et al. (2000) para la región de los bosques de cordillera en el Valle de Andorra, en proximidades a la Ciudad de Ushuaia, y en un rango de elevación desde nivel del mar hasta los 540 m.s.n.m., reportaron un gradiente de precipitación que ascendió de 660 a 1.200 mm anuales. De esta manera, puede considerarse que las zonas de cosecha forestal en la provincia se encuentran en un gradiente de precipitación transicional a la región de la estepa. Si bien se presentaron diferencias significativas en el régimen de precipitación media anual entre las zonas de cosecha forestal,

Endlicher y Santana (1988), Frangi y Richter (1992, 1994), Tuhkanen (1992), Barrera et al. (2000), Iturraspe y Urciolo (2000), Frangi et al. (2004), Lencinas (2005) reportaron que los bosques fueguinos se encuentran en zonas sin déficit hídrico y sin estacionalidad de lluvias. Frangi y Richter (1992) y Pisano (1997) observaron que *N. pumilio* es una especie que puede desarrollarse tanto, en la zona sur del territorio ocupando faldeos y terrazas de las áreas montañas con mayor amplitud térmica hasta el centro de la isla, donde se desarrolla en colinas con menores regímenes de precipitaciones y mayores condiciones de sequedad del ambiente. De esta manera, puede suponerse que las diferencias en el régimen de precipitación media entre la zona norte en relación a las zonas este y sur, forma parte de la adaptabilidad de los bosques de producción de *N. pumilio*. Sin embargo, la ubicación transicional de las zonas de cosecha norte, perteneciente a la región natural del ecotono estepa-bosque, ha generado en las últimas décadas preocupaciones sobre la capacidad de regeneración de los bosques de dicha zona en relación a las zonas sur y este del territorio. Endlicher y Santana (1988) y Frangi et al. (2004). Rusch (1992), Collado et al. (2008), Allué et al. (2010), Collado y Bava (2020) reportaron que las masas de lenga que se ubican en la zona ecotonal presentan importantes limitaciones ambientales que las convierten en ecosistemas muy frágiles y pueden suponer una irrupción de los procesos regenerativos de los bosques de *N. pumilio*. Collado y Bava (2020) destacaron que dichas limitaciones ambientales se acrecientan con el efecto del cambio climático. Distintos estudios en los últimos años (Thompson et al., 2009; Peri et al., 2017; Perera et al., 2018) destacaron la necesidad de evaluar la resiliencia de dichos bosques, lo que demanda mayor atención a los procesos regenerativos de las áreas forestales de producción en la zona norte. Los resultados de la presente tesis en el Capítulo V generaron un aporte para dar respuesta a la presunta irrupción del proceso de regeneración de los bosques cosechados en la zona norte de la provincia.

Las zonas de cosecha sur y este se clasificaron dentro de la región natural de los bosques cordilleranos y no presentaron diferencias significativas en las variables de precipitación (431 a 438 mm año⁻¹), temperatura (4,4 a 4,8 °C) y elevación media a nivel del mar (207 a 240 m.s.n.m.). Si bien la escala de análisis de la presente tesis concluyó que no se presentaron diferencias estadísticamente significativas, estudios realizados por Camacho (1948) y Bujalesky et al. (1994) observaron particularidades microclimáticas y edáficas en las áreas de la cuenca del Lago Fagnano o Kami (54°33'S, 67°14'46" y 68° 48'O), la que constituye la principal cuenca lacustre de la provincia (Iturraspe y Urciolo, 2000) y que representa a la zona de cosecha sur del territorio. De esta manera y tal como reportan Frangi y Richter (1994), los bosques puros de *N. pumilio* se desarrollan en un amplio rango climático pero con diferencias meso y

microclimáticas a lo largo de su distribución por diferencias orográficas. En este sentido, Iturraspe y Urciolo (2000) observaron que para la provincia de Tierra del Fuego la orografía juega un papel determinante en la distribución de las precipitaciones. Dichos autores de acuerdo al funcionamiento hidrológico, reservorios, red de drenajes, geomorfología y otros aspectos relativos al ciclo del agua, clasificaron el territorio provincial en cuatro grandes cuencas (estepa, transición, turbales y cordillera), quedando la zona geográfica de cosecha sur en la cuenca denominada de Cordillera, mientras que la zona de cosecha este y norte tienen correspondencia con la cuenca denominada de Transición. De esta manera, las zonas de actividad forestal en bosques de *N. pumilio* en Categoría II presentaron una complementación de la clasificación por regiones naturales y por cuencas forestales (Figura 3.5).

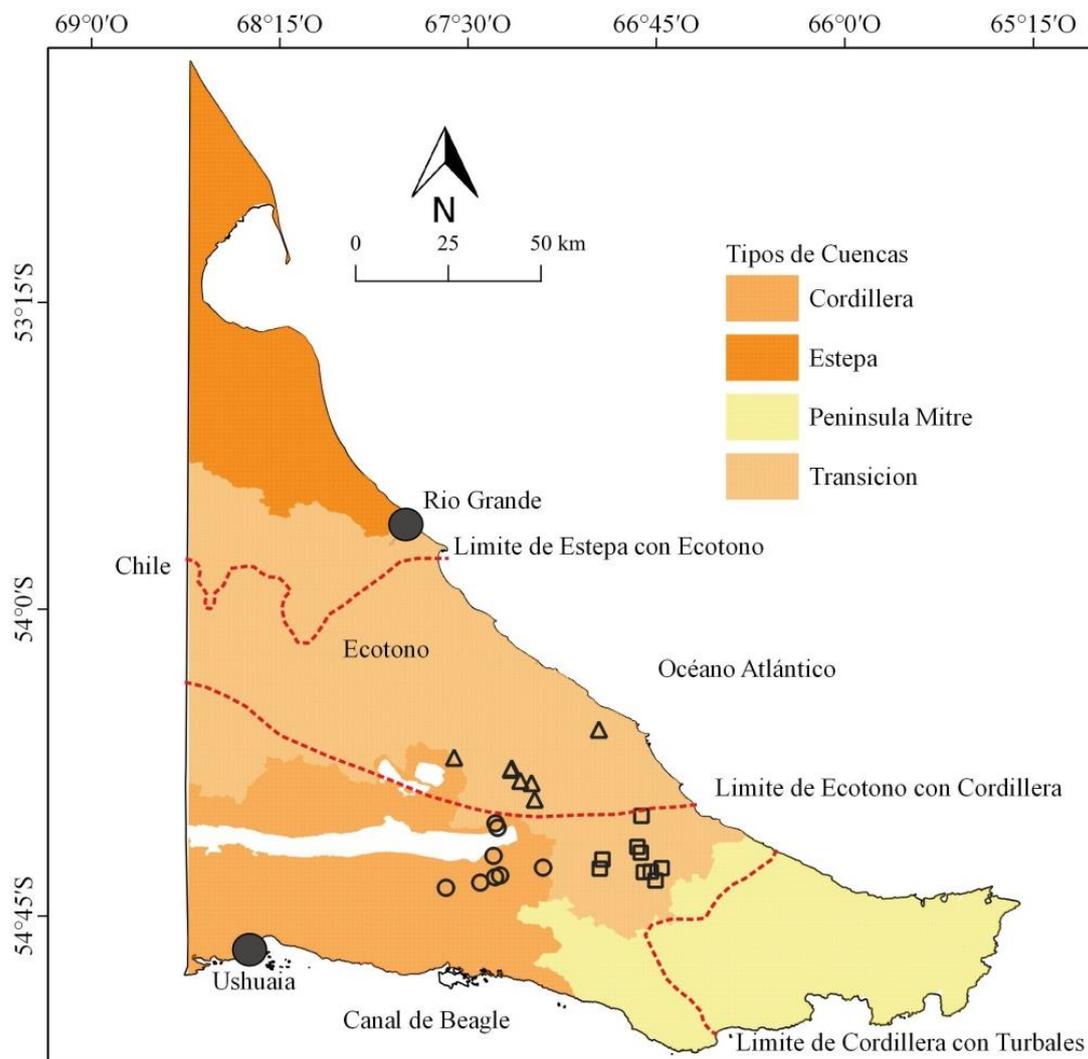


Figura 3.5 Ubicación de las áreas de muestreo (triángulos zona norte, cuadrados zona este y círculos zona sur) en los tipos de cuencas hidrográficas y límites de las regiones naturales. Adaptado a Iturraspe y Urciolo (2000).

La zona sur de cosecha forestal, ubicada en la margen sur de la cuenca del Lago Fagnano en proximidades a la cabecera este, asciende desde la costa de dicho lago a los 26 m.s.n.m. hasta los 1000 m.s.n.m. hacia las cumbres de Cerro Negro y Cerro Quintana (Camacho, 1948; Bujalesky et al., 1994). Dicha zona, en comparación con las zonas este y norte si bien no presentaron diferencias significativas entre la elevación a nivel del mar, resultó con un mayor rango de elevación a nivel del mar, desde los 79 a los 336 m.s.n.m. Barrera et al. (2000) reportaron que en los bosques cordilleranos, *N. pumilio* puede desarrollarse hasta los 600 y 700 m.s.n.m. con forma forestal. Si bien el ordenamiento territorial estipula que la elevación a nivel del mar máximo para la Categoría II es de 400 m.s.n.m. (Decreto N° 1910/12), también coincidió con zonas boscosas que se desarrollan en bajas calidades de sitio. De esta manera, el 11 % de las áreas de estudio en CS IV resultantes correspondió a la zona sur.

La calidad de sitio media de las zonas de cosecha estudiadas resultó en la categoría III. Lo cual coincidió con lo reportado por Martínez Pastur et al. (2000; 2002b, 2017), Frangi et al. (2004), Martínez Pastur (2006), Thiers y Gerding (2007), Cellini et al. (2017) y Paredes et al. (2020) como la calidad de sitio de mayor representatividad en las áreas de uso forestal en el territorio. En segundo lugar correspondió a la calidad de sitio en la categoría II y se presentó en las zonas de cosecha este y norte del territorio. Martínez Pastur et al. (2002b) reportó que la calidad de sitio II representa el 15 % de la superficie total de los bosques productivos en la provincia. De esta manera, los planes de manejo forestal optan por implementarse en las mejores calidades de sitio de la provincia. Gea Izquierdo et al. (2004) y Cellini et al. (2005) observaron que las empresas forestales en la provincia de Tierra del Fuego poseen altas exigencias en los productos madereros por lo tanto, resulta esperable que los planes de manejo forestal se encuentren en las áreas boscosas con las mejores calidades de sitio. A partir del año 2010, se observó que las áreas estudiadas en bajas calidades de sitio (CS = IV) se correspondieron con industrias que se encuentran elaborando productos que requieren baja calidad maderera y diámetros menores a los tradicionales a los fines de la producción de pallets. Vukasovic et al. (2004) indicaron la necesidad de contar con una estimación de volumen promedio a lo largo de un gradiente de calidades de sitio, por un lado a los fines de mejorar la estimación de la productividad de un rodal para una empresa determinada. También para la zonificación de áreas de productivas de acuerdo a las posibles calidades de la madera que ofrecen los recursos forestales. Por lo tanto, y coincidiendo a lo concluido por Martínez Pastur (2006), es indispensable modelizar valores de producción forestal incluyendo la calidad de sitio para los bosques de producción y que se encuentran dentro de la Categoría II (Ley N° 26.331/2007) en el territorio provincial.

3.6 Conclusiones particulares

Los bosques productivos de *N. pumilio* clasificados en Categoría II y donde se realiza la actividad de aprovechamiento forestal se encuentran en un gradiente de temperatura, evapotranspiración potencial, elevación a nivel del mar y calidades de sitio con similitudes entre las distintas zonas geográficas norte, este y sur del territorio provincial. Solo la precipitación media anual se diferencia entre la zona norte en relación a las zonas este y sur. Lo cual coincide con la pertenencia de la zona norte con la región natural del ecotono estepa-bosque y, las zonas sur y este forman parte de los bosques cordilleranos. Si bien en todo el territorio provincial existe un gradiente de calidades de sitio clasificadas como CS I a la CS V, la calidad de sitio media (CS III) es la que predomina en las áreas cosechadas en todas las zonas geográficas. Ello permite inferir el criterio selectivo de los planes de manejo forestal en las áreas boscosas con mejores aptitudes maderables para satisfacer la demanda de buena calidad maderera que requiere la industria fueguina. De esta manera los resultados de la tesis permiten avanzar en el conocimiento a escala territorial de los gradientes ambientales que presentan las grandes zonas geográficas donde se desarrolla la actividad forestal y proyectar la continuidad de la misma. Dicho conocimiento puede contribuir con los criterios ambientales establecidos en la clasificación de conservación para el Ordenamiento Territorial de los bosques nativos enmarcada en la normativa forestal.

«« »»

CAPÍTULO IV

ESTRUCTURA FORESTAL

4.1 Introducción

La estructura de un ecosistema forestal se define por el tipo, número, arreglo espacial y ordenamiento temporal de los elementos que lo constituyen, se destacan principalmente la estructura espacial y la dimensional, y las especies que la componen (Goya et al., 1995; Thomasius y Schimdt, 1996; Aguirre Calderón, 2002). El arreglo espacial tanto de forma vertical, como horizontal que presentan los árboles y otros vegetales en un determinado lugar y en cierto tiempo, determinan la integridad y estabilidad del bosque (Del Rio-Montes et al., 2003). La estructura del bosque es consecuencia de la regeneración pasada, de la dinámica de las interacciones entre árboles de un rodal, de la mezcla de especies, la distribución de edades y la competencia, aspectos que condicionan la presencia y abundancia de plantas y animales (Spies, 1998; Brokaw y Lent, 1999; Cellini, 2010). De esta forma, la estructura forestal resulta un buen indicador de la diversidad del sistema (Pretzsch, 1999; Del Rio-Montes et al., 2003; Hui y Pommerening, 2014) y, contribuye a una mejor comprensión de la historia, de la función del bosque y del potencial de desarrollo futuro de un ecosistema forestal (Franklin et al., 2002). Usualmente su descripción se hace mediante tres características: (i) diversidad, (ii) posición o patrones de distribución espacial de las especies y, (iii) diferenciación de tamaños entre árboles (Diggle, 1989; Donoso, 1993; Gadow y Hui, 1999). En particular, los patrones de distribución de los árboles definen los regímenes de luz y establecimiento de la regeneración natural y, la influencia en el desarrollo, crecimiento y mortalidad de los individuos que componen dicha estructura (Canham et al., 1994; Emborg, 1998; Newton y Jolliffe, 1998).

La dinámica y sucesión forestal en los bosques de *Nothofagus* sudamericanos se han vinculado a disturbios catastróficos (Veblen y Ashton, 1978; Veblen et al., 1980, 1981, 2004; González et al., 2010; González et al., 2014), y se encuentran adaptados a la ocurrencia de distintos disturbios naturales (Veblen, 1979). Dichos disturbios en Tierra del Fuego están asociados principalmente a volteos por viento (Ver Apartado 1.1.2.1) y tienen una influencia diferencial a lo largo del territorio provincial (Kreps et al., 2012; Paredes et al., 2020). Los disturbios antrópicos provocan cambios más drásticos y en menor tiempo en comparación con los disturbios naturales (Oliver y Larson, 1996). Ambos tipos de disturbios influyen de manera directa sobre la estructura forestal y en la distribución espacial de las especies y, reiniciando con

cada disturbio el proceso de sucesión (Veblen, 1982; González et al., 2010). Los bosques de *N. pumilio* presentan las siguientes particularidades ante dichos eventos; (i) poseen una sucesión y estructuras simples, monoespecíficas (con uno o dos estratos arbóreos), predecibles y de alta resiliencia (Lencinas et al., 1998; Martínez Pastur et al., 2000); (ii) la distribución espacial de los individuos es agrupada debido a la dinámica de gaps, lo cual permiten un constante reclutamiento de la regeneración y acceden rápidamente al dosel dominante (Alfonso, 1942; Veblen et al., 1981; Veblen, 1982); (iii) la distribución espacial de los individuos en rodales coetáneos de etapas sucesionales tempranas es al azar, y a medida que transcurren las fases de desarrollo, los mismos tienden a la regularidad (Lencinas et al., 1998); (iv) dicha dinámica también se encuentra bajo la influencia de la calidad de sitio del territorio, de esta manera los bosques maduros en bajas calidades de sitios (CS IV-V) prevalece el agrupamiento de individuos de la misma generación, mientras que en altas calidades de sitio (CS I-II) la tendencia en bosques maduros corresponde a la individualización de árboles (Martínez Pastur et al., 1997a; Lencinas et al., 1998).

Las técnicas silviculturales que se aplican en la provincia de Tierra del Fuego imitan y aprovechan la adaptación y capacidad regenerativa de los bosques de *N. pumilio* (Lencinas et al., 2011, 2017). La cosecha forestal produce cambios en la estructura con la reducción de la densidad, de la cobertura de copas y del volumen, para la primera intervención en las cortas de protección esta reducción es del 60 % en individuos y 54 % del área basal original (Martínez Pastur et al., 2000). Luego de la cosecha la estructura forestal continúa sometida a factores climáticos, como la ocurrencia de vientos. Sus efectos, inclusive, pueden llegar a tener una influencia diferencial a lo largo del territorio de Tierra del Fuego (Kreps et al., 2012; Paredes et al., 2020). El viento es el principal causante de distintos daños a velocidades entre 45 a 85 km h⁻¹, no solo con el volteo de árboles sino también por roturas de ramas y daños en la copa superior (Frangi et al., 1994; Caprile Navarro, 2005; Cellini, 2010; Martínez Pastur et al., 2017). Lo cual constituye una característica de los bosques cosechados en Tierra del Fuego (Gea Izquierdo et al., 2004; Cellini, 2010). De esta manera, a partir de la modificación de la estructura superior del bosque a través de la cosecha y posteriormente con el volteo de árboles por el viento luego del aprovechamiento forestal, conducen a la variación del microclima dentro de dichas áreas (Martínez Pastur et al., 2004a; Caldentey et al., 2009). Se produce un aumento de la temperatura del suelo, mayores niveles de radiación e intensidad lumínica, incremento en la precipitación efectiva y disminución en la humedad relativa (Heinemann et al., 2000; Martínez Pastur et al., 2007, 2011ab, 2014; Cellini, 2010; Cellini et al., 2013). También afecta en forma negativa los procesos fisiológicos por su poder secante, actuando en ambientes particulares como un factor

limitante para la regeneración (Promis et al., 2010; Martínez Pastur et al., 2011b; Dreiss y Volin, 2013; McIntire et al., 2016; Toro Manriquez et al., 2018). La cosecha forestal bajo tratamientos silvícolas puede clasificarse con un nivel de disturbio intermedio (Reader y Buck, 1991).

Las cortas de protección deben mantener una estructura en pie como dosel protector hasta que se instale la regeneración natural (Schmidt y Urzúa, 1982). En Tierra del Fuego, dichos árboles luego de la cosecha conforman la estructura remanente (Parodi et al., 2017; Paredes et al., 2020) y deben cumplir características que aseguren su estabilidad en el tiempo (Ver Apartado 1.2.1). La importancia en el corto y mediano plazo de la estructura remanente se debe a que: (i) los niveles de retención de árboles en pie contribuyen a alcanzar las prescripciones de cada tratamiento silvícola en el manejo forestal (Cellini, 2010; Martínez Pastur et al., 2017); (ii) la estabilidad de los árboles en pie contribuyen a generar menores impactos sobre los procesos ecosistémicos (Lencinas et al., 2011; Martínez Pastur et al., 2013b, 2017; Soler Esteban et al., 2015); (iii) conforman una cobertura de protección sobre el establecimiento y desarrollo de la regeneración natural (Skrt et al., 1997; Martínez Pastur et al., 1999ab, 2011a). Transcurrido un determinado período de tiempo, dicha retención podría influir negativamente en las áreas regeneradas cercanas a los árboles supervivientes, ya que el consumo de agua de los mismos influye significativamente en sus cercanías (radio crítico de 2 m de distancia de los fustes) generando mortalidad de las plántulas establecidas (Martínez Pastur et al., 2011ab) y aumentando la heterogeneidad en la regeneración del rodal (Martínez Pastur et al., 2017).

Todos los procesos de cambios en la estructura forestal reflejan la condición dinámica del bosque (Aguirre Calderón et al., 2009; Cellini, 2010). Por un lado es importante analizar el régimen de dicho disturbio dentro del bosque, no sólo para comprender los patrones de estructura y composición original, sino además para definir las intervenciones de manejo apropiadas (Soler Esteban, 2011). Por otro lado, la actividad forestal debe responder a la demanda de productos forestales (Rodas, 1976; Aguirre Calderón et al., 2009). De esta manera, el manejo forestal debe conducir los bosques cosechados hacia una dinámica que favorezca el crecimiento y la continuidad productiva de los bosques (Loto y Gasparri, 2015). Así como asegurar la continuidad de los servicios ecosistémicos, generando con todo ello, información para una guía sobre el manejo multipropósito de estos ecosistemas (Pommerening, 2002; Crecente Campo et al., 2009). El diseño del manejo de un ecosistema en base a dicho conocimiento permiten mejorar de forma sucesiva la información para la toma de decisiones (Rusch et al., 2017).

Históricamente, en la Provincia de Tierra del Fuego existen alrededor de 55.000 ha de bosques de *N. pumilio* aprovechados (Collado y Bava, 2020). En el apartado 1.3.1 se indicó que entre las

problemáticas relacionadas con la implementación del manejo forestal, se encuentra el incumplimiento de las prescripciones silvícolas y el abandono de los bosques cosechados, no contando con información a escala territorial sobre el estado de los bosques en la actualidad. El presente capítulo permite describir y analizar la estructura forestal en distintos niveles luego de la implementación de las cortas de protección en distintas zonas del territorio donde se concentra la actividad forestal, desde la década del 2000 hasta el primer quinquenio de la década del 2010. A través de la metodología de trabajo valorados en cuanto a la calidad y operatividad en el registro de datos en el territorio y análisis de los mismos, se espera contribuir a un sistema de monitoreo de los bosques cosechados en el territorio y ofrecer información para la toma de decisiones en el marco de la normativa forestal.

4.2 Objetivos

- Describir y analizar la estructura forestal original, cosechada, remanente, dañada y actual luego de 5 y 10 años de realizarse la corta de protección en bosques destinados a la producción forestal en las distintas zonas geográficas del territorio provincial.
- Determinar una metodología de evaluación de los tratamientos silvícolas implementados en una escala territorial y temporal acorde a la dinámica natural de la especie, con el uso de variables dasométricas y modelos de productividad de ágil utilización en el campo, de amplio uso e interpretación.
- Generar información sobre la estructura forestal original, cosechada, remanente, dañada y actual bajo cortas de protección para la toma de decisiones en la gestión forestal.

4.3 Materiales y métodos

Los muestreos se realizaron en rodales de *N. pumilio* en la provincia argentina de Tierra del Fuego cosechados con el tratamiento silvícola denominado cortas de protección (Ver Apartado 2.3 y 2.3.1). Se emplearon métodos convencionales de las ciencias forestales para la medición, análisis y modelado de los bosques a nivel de rodal en base a variables cuantitativas y cualitativas (Pommerening, 2002; Gadow et al., 2007; Pretzch, 2009). Se estudiaron parcelas de muestreo en dos escalas temporales: estructuras forestales luego de 5 años (Post+5) y 10 años (Post+10) de realizada la cosecha forestal (Ver Apartado 2.3). Para modelar las estructuras forestales se siguieron los lineamientos generales de la metodología propuesta por Gea Izquierdo et al. (2004) y con adecuaciones a dicho modelo a los objetivos del presente trabajo.

Dentro de cada parcela se registraron árboles en pie vivos y muertos, árboles volteados por el viento y tocones. Se midieron las siguientes variables con el uso de forcípula forestal (Figura 4.1): (i) diámetro a la altura del pecho (DAP) (cm) de todos los árboles vivos mayores a 10 cm; (ii) diámetro a la altura del pecho (cm) de los árboles muertos en pie y volteados por viento mayores a 10 cm identificando la presencia de corteza o ausencia de corteza; (iii) diámetro de tocones (DT) identificando la presencia o ausencia de corteza; (iv) diámetro medio y longitud de rollizos dispersos en el rodal aprovechado y que podrían haberse olvidado durante la cosecha, también se identificó la presencia o ausencia de corteza

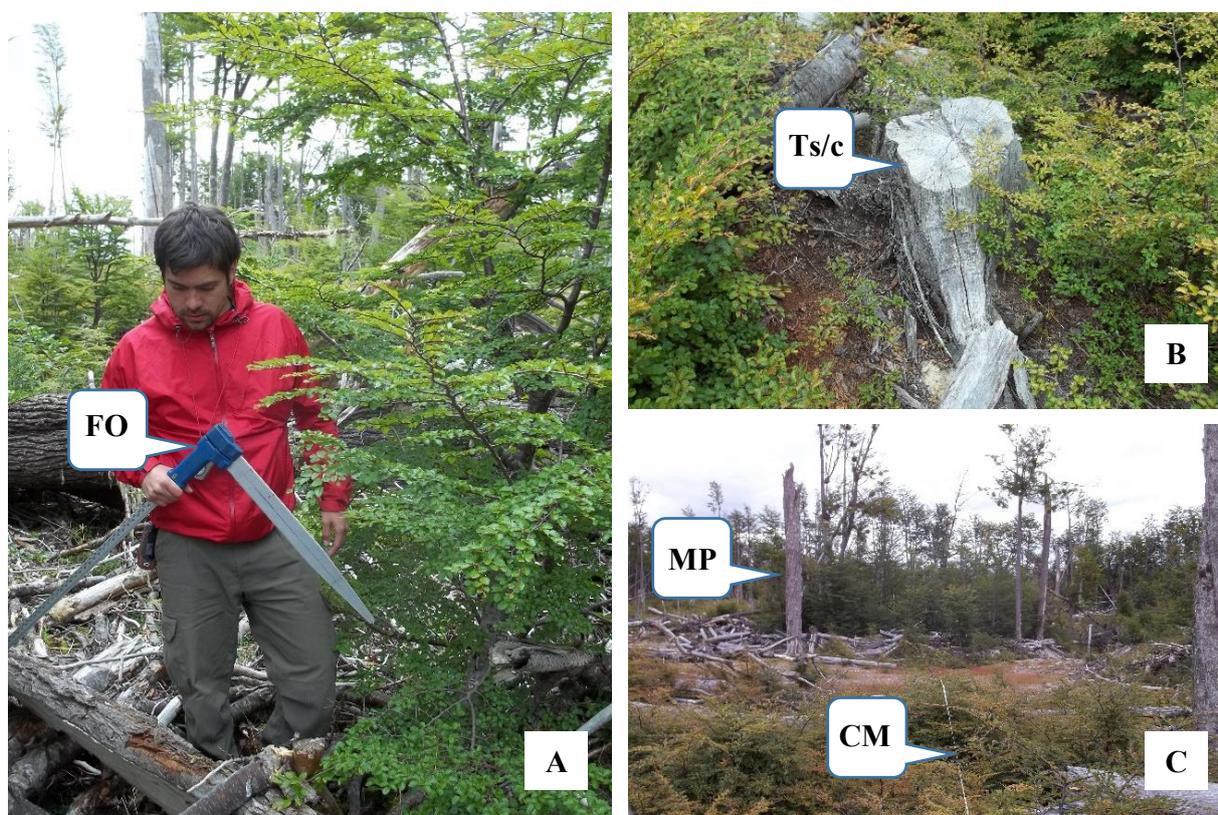


Figura 4.1. A) Técnico auxiliar en el uso de la forcípula forestal (FO) para medición del DAP. B) Tocón sin corteza en rodal cosechado Post+10. C) Árbol muerto en pie (MP) para su medición de DAP y donde se aprecia cinta métrica indicando centro de parcela rectangular. A) y B) Reserva Forestal Río Valdez, zona sur, C) Estancia Ewan, zona norte.

En los árboles vivos se determinó la fase de desarrollo correspondiente y según la clasificación elaborada por diversos estudios (Alvarez y Grosse, 1978; Pesutic, 1978; Schmidt y Urzúa, 1982; Frangi et al., 2004; Salinas et al., 2019) (Ver Apartado 1.1.2). A los fines del presente estudio se determinó la fase de desarrollo de acuerdo a las características morfológicas de la corteza más sobresaliente y de uso cotidiano en las actividades de inventario y evaluación de marcaciones

silvícolas en la provincia de Tierra del Fuego (Figura 4.2). Se clasificó en; (i) desmoronamiento (D), se observó el desprendimiento de las placas de la corteza con hendiduras profundas a lo largo del fuste; (ii) crecimiento óptimo inicial (COI), se observó la corteza lisa y con lenticelas; (iii) crecimiento óptimo final (COF), se observó la corteza resquebrajada y adherida al fuste; (iii) envejecimiento (E), se observó la corteza muy agrietada y formando placas.

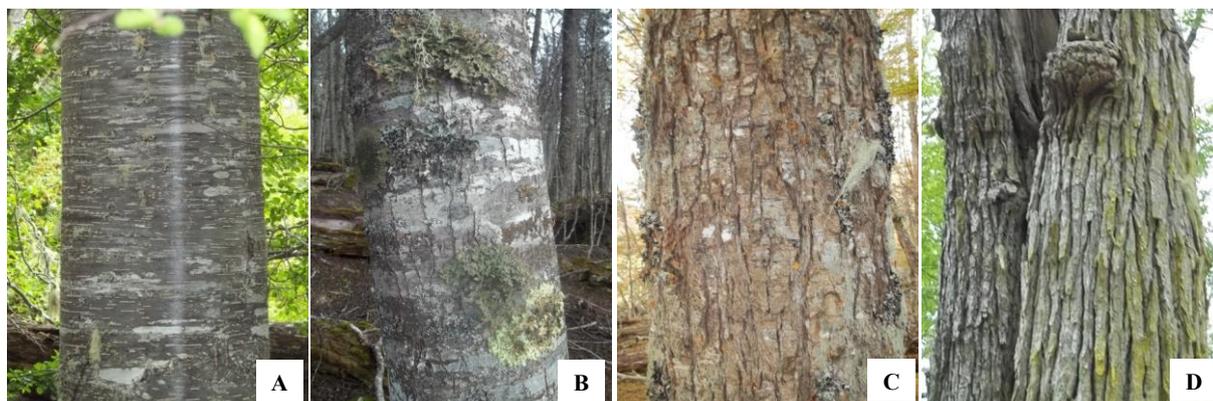


Figura 4.2. Fases de desarrollo en los bosques de *N. pumilio*, donde: (A) crecimiento óptimo inicial-COI; (B) crecimiento óptimo final-COF; (C) envejecimiento-E; (D) desmoronamiento-D.

En los árboles vivos se registró la aptitud maderera (AM), dicho criterio de acuerdo al uso cotidiano de técnicos durante la realización de inventarios forestales y evaluaciones de marcaciones silvícolas se determinó como la posibilidad de utilización de como mínimo una (1) troza maderable de 2,5 metros de largo y 35 cm de DAP. La presencia de daños (PD) se registró observando la evidencia de daño mecánico por cosecha forestal en la base del árbol, fuste y/o copa. La cobertura de copas (CC) se determinó a través de la toma de fotografías hemisféricas en cada extremo final de las parcelas de muestreo. Se utilizó una cámara digital Nikon de 35 mm (Tokio, Japón) y elevada (mediante trípode) a 1 m de altura desde el nivel del suelo forestal. Las fotos fueron orientadas con referencia al norte magnético y evitando la influencia directa del sol, bajo un cielo cubierto de nubes (Roxburgh y Kelly, 1995).

El procesamiento de los datos se realizó a través del uso de modelos estadísticos utilizados por Gea Izquierdo et al. (2004), los que determinaron los siguientes valores: (i) densidad de ocupación arbórea en número de árboles (N) por unidad de superficie (árboles ha⁻¹) y en área basal (AB) por unidad de superficie (m² ha⁻¹); (ii) diámetro a la altura del pecho promedio (DAP) en centímetros (cm) y; (iii) el volumen total con corteza (VTCC) por unidad de superficie (m³ ha⁻¹) con el modelo de cubicación de Martínez Pastur et al. (2002b). A través de modelos

biométricos (Martínez Pastur et al., 2002b) se reconstruyó la estructura del bosque en estructura original, cosechada, remanente, dañada y actual (Figura 4.3).

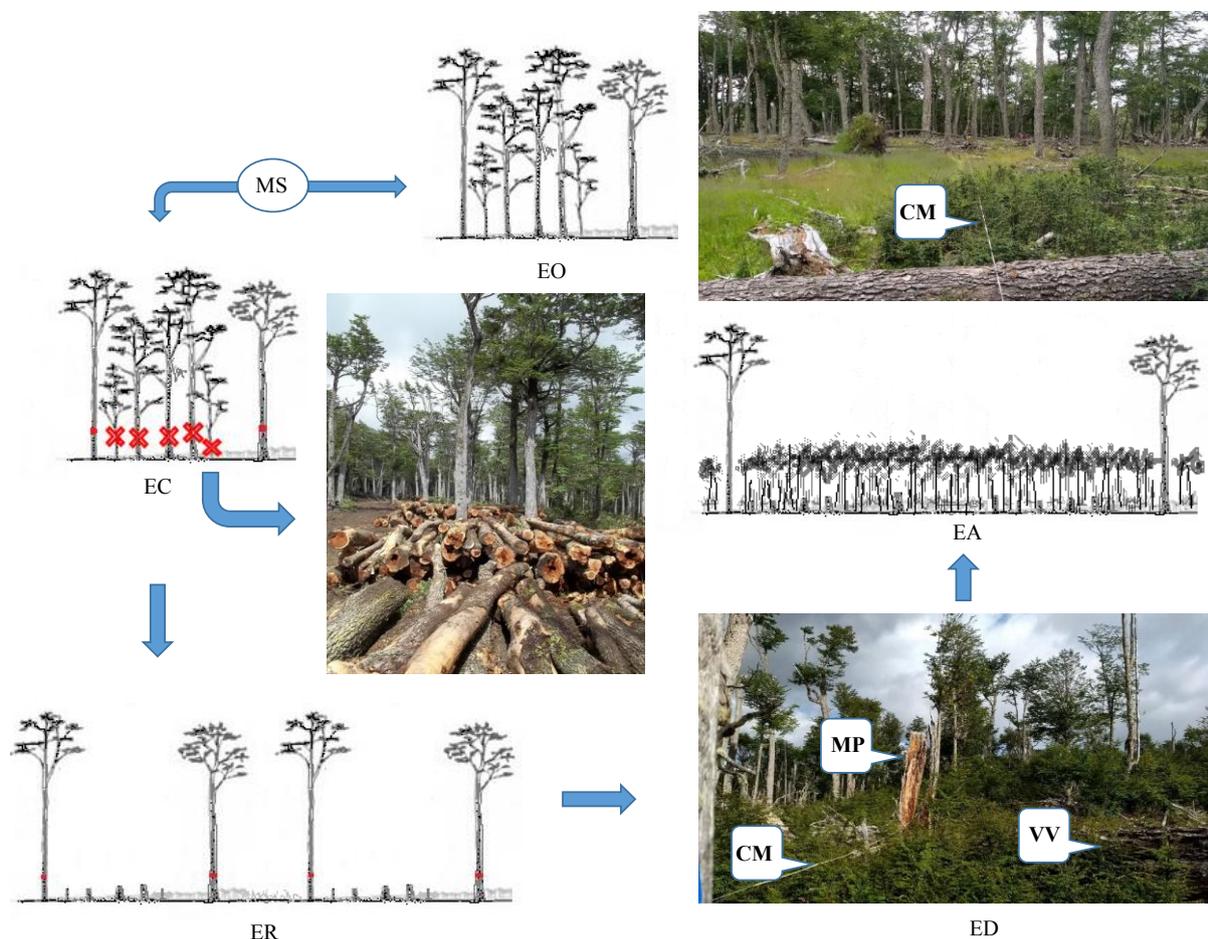


Figura 4.3. Niveles de la estructura forestal. Donde, EO = estructura original; MS = marcación silvícola; EC = estructura cosechada: árboles con “X” color rojo indican los árboles que deben ser removidos; ER = estructura remanente; ED = estructura dañada: MP = árbol muerto en pie; CM = cinta métrica que indica centro de parcela rectangular; VV = árbol volteado por el viento; EA = estructura actual.

La estructura original o primaria (EO) correspondió a la estructura del bosque antes del aprovechamiento forestal. La estructura cosechada (EC) correspondió a todos los árboles apeados, saneados y extraídos de los rodales hacia la industria forestal. La estructura remanente (ER) estuvo conformada por los árboles que quedaron en pie inmediatamente luego de finalizada la cosecha. La estructura dañada (ED) correspondió a los árboles de la estructura remanente que murieron en pie y que fueron afectados por caídas de viento. La estructura actual (EA) estuvo conformada por árboles vivos hasta el momento de la medición.

Para el análisis de las fotografías hemisféricas se empleó el software Gap Light Analyzer v.2.0 (Frazer et al., 2001) para obtener la cobertura de copas (CC) como el porcentaje de dosel forestal. La aptitud maderera (AM) y presencia de daños (PD) se determinaron porcentualmente a través de las existencias registradas en cada parcela de muestreo. Dicha información así como la resultante de los distintos niveles de la estructura forestal, permitió evaluar los niveles de productividad y daños en la estructura forestal actual con el empleo de la variable de área basal. Se procesaron en hojas de cálculo las variables registradas en 72 parcelas. Las variables de la estructura forestal en sus diferentes niveles fueron comparados mediante un análisis de varianza de múltiples factores (ANOVA Multifactorial, $p=0,05$) y test de Tukey ($p<0,05$), considerando como factores las zonas de cosecha forestal (este, norte y sur) y el periodo luego de la cosecha (Post+5 y Post+10). Para el análisis de los datos se utilizó el programa Statgraphics Centurion XVI (versión 2016).

4.4 Resultados

4.4.1. Niveles de la estructura forestal

La base de datos quedó integrada por 72 parcelas de 500 m², en 18 rodales cosechados bajo cortas de protección y distribuidos en todo el territorio provincial donde se concentra la actividad forestal. Como fuera indicado en el Apartado 3.4, la calidad de sitio representativa resultó en CS III, solo el 11 % de los sitios fue de CS IV correspondiendo mayoritariamente a la zona sur de aprovechamiento forestal y durante el período Post+5. Asimismo, los rodales aprovechados resultaron bajo un mismo gradiente de elevación a nivel del mar y de temperatura media anual, solo se presentaron diferencias estadísticamente significativas en la precipitación media anual. Bajo dichas condiciones, y de acuerdo a las zonas de cosecha (este, norte y sur) en dos períodos de tiempo transcurridos del aprovechamiento forestal (Post+5 y Post+10), se determinaron los valores medios de las variables dasocráticas para los distintos niveles de la estructura forestal períodos luego de la cosecha (Tabla 4.1).

En el nivel correspondiente a la estructura original, la cantidad de árboles por hectárea fue mayor en la zona sur en relación a las zonas este y norte ($F=14,95$, $p=0,0000$), mientras que el DAP en dicha zona fue menor en relación a las otras ($F=8,33$, $p=0,0006$). De igual manera, los bosques cosechados durante el Post+5 resultaron más densos que los bosques cosechados en el Post+10 ($F=14,90$, $p=0,0003$) y con menores diámetros que los bosques cosechados en el Post+10 ($F=5,99$, $p=0,0171$).

Tabla 4.1. Análisis de varianza multifactorial para niveles de estructura forestal en tres zonas (norte, este, sur) y en dos períodos (5 años -P+5 y 10 años luego de la cosecha -P+10), comparando cantidad de árboles-N ($n \text{ ha}^{-1}$), área basal-AB ($\text{m}^2 \text{ ha}^{-1}$), diámetro medio-DAP (cm) y volumen total-VTCC ($\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$).

Estructura	Factor	Nivel	N	AB	DAP	VTCC
Original	A: Zonas	Este	356a	57,2	43,6a	611,2
		Norte	341a	62,2	46,0a	690,6
		Sur	587b	59,9	35,8b	603,4
		<i>F(p)</i>	<i>14,95(0,0000)</i>	<i>0,43(0,6503)</i>	<i>8,33(0,0006)</i>	<i>1,05(0,3554)</i>
	B: Periodo	P+5	507a	61,9	39,2a	639,3
		P+10	348b	57,6	44,4b	630,8
		<i>F(p)</i>	<i>14,90(0,0003)</i>	<i>0,93(0,3395)</i>	<i>5,99(0,0171)</i>	<i>0,02(0,8765)</i>
	<i>F(p)</i>	<i>9,87(0,0002)</i>	<i>2,16(0,1230)</i>	<i>6,23(0,0033)</i>	<i>4,38(0,0164)</i>	
Cosechada	A: Zonas	Este	123	24,2	46,3 ab	261,6
		Norte	122	25,7	51,4 a	280,6
		Sur	183	21,0	41,0 b	211,7
		<i>F(p)</i>	<i>3,33(0,0419)</i>	<i>0,73(0,4841)</i>	<i>5,51(0,0061)</i>	<i>1,21(0,3037)</i>
	B: Periodo	P+5	172a	25,0	44,0	256,2
		P+10	114b	22,2	48,5	246,4
		<i>F(p)</i>	<i>7,00(0,0102)</i>	<i>0,73(0,3957)</i>	<i>2,98(0,0888)</i>	<i>0,07(0,7930)</i>
	<i>F(p)</i>	<i>4,36(0,0166)</i>	<i>4,00(0,0230)</i>	<i>1,81(0,1713)</i>	<i>2,30(0,1080)</i>	
Remanente	A: Zonas	Este	233a	32,9	44,7a	349,6
		Norte	219a	36,4	44,3a	410,0
		Sur	403b	38,9	34,1b	391,7
		<i>F(p)</i>	<i>7,11(0,0016)</i>	<i>0,70(0,5011)</i>	<i>5,11(0,0087)</i>	<i>0,55(0,5785)</i>
	B: Periodo	P+5	335a	36,8	39,6	383,1
		P+10	235b	35,4	42,4	384,4
		<i>F(p)</i>	<i>5,06(0,0278)</i>	<i>0,12(0,7309)</i>	<i>0,83(0,3651)</i>	<i>0,00(0,9780)</i>
	<i>F(p)</i>	<i>4,81(0,0112)</i>	<i>7,24(0,0014)</i>	<i>6,34(0,0030)</i>	<i>9,79(0,0002)</i>	
Dañada	A: Zonas	Este	116a	16,6	35,8	172,5
		Norte	74a	13,0	30,3	146,2
		Sur	184b	15,9	27,9	150,4
		<i>F(p)</i>	<i>9,10(0,0003)</i>	<i>0,83(0,4407)</i>	<i>1,68(0,1935)</i>	<i>0,36(0,6972)</i>
	B: Periodo	P+5	145	13,8	31,4	136,1
		P+10	104	16,6	31,2	176,6
		<i>F(p)</i>	<i>3,64(0,0608)</i>	<i>1,30(0,2585)</i>	<i>0,00(0,9639)</i>	<i>2,25(0,1384)</i>
	<i>F(p)</i>	<i>7,88(0,0009)</i>	<i>0,21(0,8080)</i>	<i>2,33(0,1052)</i>	<i>0,05(0,9509)</i>	
Actual	A: Zonas	Este	117	16,3	30,9a	177,1
		Norte	145	23,4	47,8b	263,8
		Sur	219	22,9	33,0a	241,4
		<i>F(p)</i>	<i>3,00(0,0564)</i>	<i>1,62(0,2066)</i>	<i>6,55(0,0025)</i>	<i>1,48(0,2353)</i>
	B: Periodo	P+5	190	23,0	41,9a	247,0
		P+10	130	18,8	32,7b	207,8
		<i>F(p)</i>	<i>2,85(0,0960)</i>	<i>1,35(0,2496)</i>	<i>4,89(0,0304)</i>	<i>0,84(0,3621)</i>
	<i>F(p)</i>	<i>4,20(0,0192)</i>	<i>11,54(0,0001)</i>	<i>10,8(0,0001)</i>	<i>12,4(0,0000)</i>	

F = test de Fisher, (p) = probabilidad. Letras diferentes indican diferencias significativas mediante el test de Tukey a 0,05.

La comparación de las distintas zonas geográficas en ambos períodos luego de la cosecha resultó que la zona sur durante el Post+5 presentó la mayor cantidad de árboles por hectárea ($F=12,91$, $p=0,0000$) y el menor DAP ($F=7,02$, $p=0,0000$) y con diferencias estadísticamente significativas en comparación con las restantes zonas y período posterior al aprovechamiento. Dicho resultado para el período Post+5 puede suponerse debido a las menores calidades de sitio presentadas en el Apartado 3.4 del Capítulo III. (Figura 4.4.).

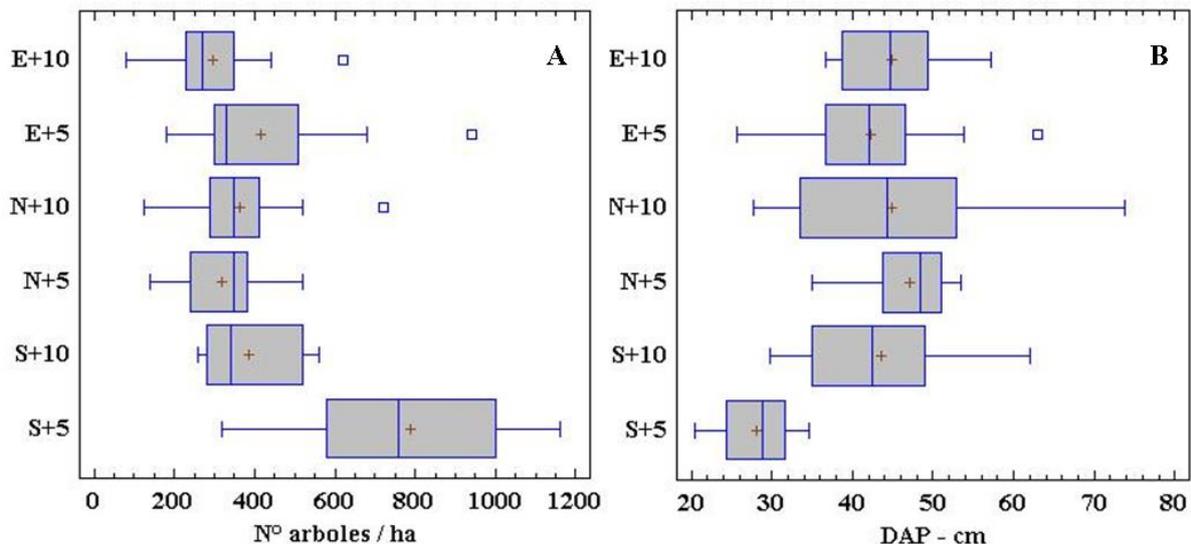


Figura 4.4. Gráfico de cajas y bigotes para cantidad de árboles por hectárea (A) y DAP (B) para estructura original por zonas y período postcosecha. E = zona este, N = zona norte, S = zona sur, +10 = luego de 10 años de realizada la cosecha, +5 = luego de 5 años de realizada la cosecha.

La estructura cosechada resultó con rollizos de menores diámetros en la zona sur < zona este < zona norte con diferencias estadísticamente significativas ($F=5,51$, $p=0,0061$). Por otro lado, la cantidad de árboles cosechados durante el Post+10 presentó diferencias estadísticamente significativas con el período Post+5 ($F=7,00$, $p=0,0102$). Cuando se comparan las variables de cantidad de árboles por hectárea y DAP de acuerdo a cada zona y por cada período luego de la cosecha, resultó que la zona sur durante el Post+5 presentó la mayor cantidad de árboles cosechados ($F=4,48$, $p=0,0014$) y el menor diámetro de dichos árboles ($F=3,52$, $p=0,0069$), en ambos casos con diferencias significativas con las restantes zonas y períodos luego de la cosecha. (Figura 4.5).

La estructura forestal remanente presentó interacciones entre las zonas y el período luego de la cosecha con todas las variables estudiadas y con diferencias estadísticamente significativas. El análisis de las distintas zonas de acuerdo a los períodos luego de la cosecha resultó en dos zonas

que se diferenciaron de las restantes áreas cosechadas. Por un lado, la zona sur presentó la estructura remanente con mayor cantidad de árboles en pie por unidad de superficie ($F= 7,11$, $p= 0,0016$) y con el menor diámetro ($F= 5,11$, $p= 0,0087$) en relación a las zonas este y norte. (Figura 4.6).

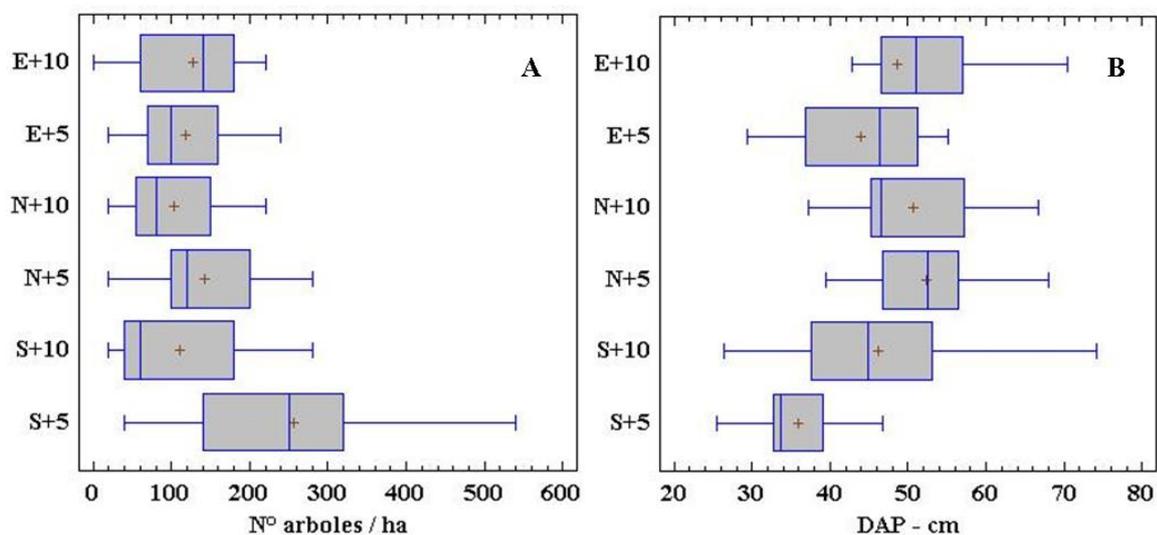


Figura 4.5. Gráfico de cajas y bigotes para cantidad de árboles por hectárea (A) y DAP (B) para estructura cosechada por zonas y período postcosecha. E = zona este, N = zona norte, S = zona sur, +10 = luego de 10 años de realizada la cosecha, +5 = luego de 5 años de realizada la cosecha.

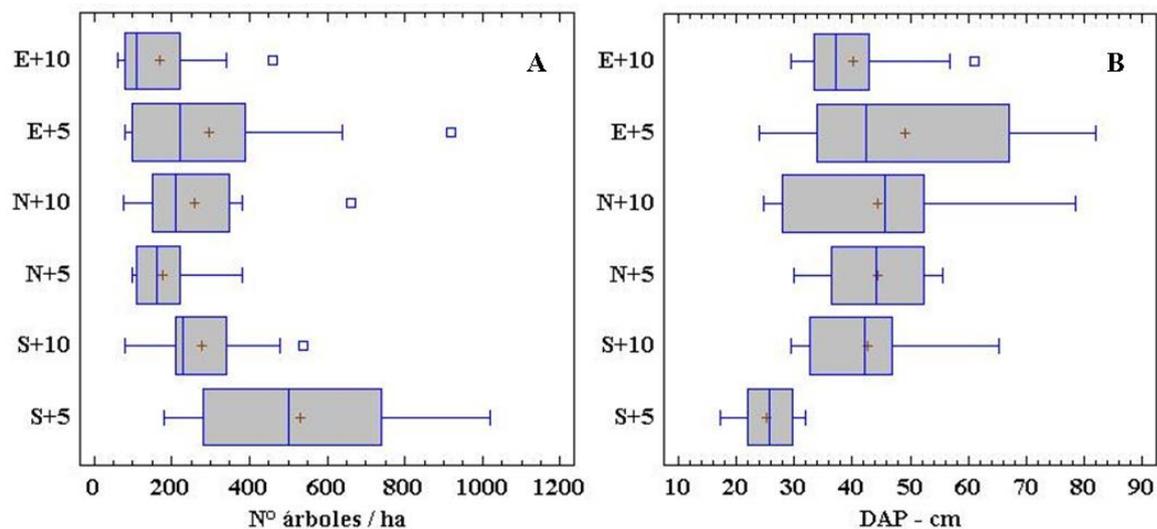


Figura 4.6. Gráfico de cajas y bigotes para cantidad de árboles por hectárea (A) y DAP (B) para estructura remanente por zonas y período postcosecha. E = zona este, N = zona norte, S = zona sur, +10 = luego de 10 años de realizada la cosecha, +5 = luego de 5 años de realizada la cosecha.

Por otro lado, la zona este durante el período Post+10 resultó con valores de área basal ($F= 3,2$, $p= 0,0120$) y volumen total ($F= 4,14$, $p= 0,0025$) menores en relación a las restantes zonas y períodos luego de la cosecha y con diferencias significativas. Figura 4.7.

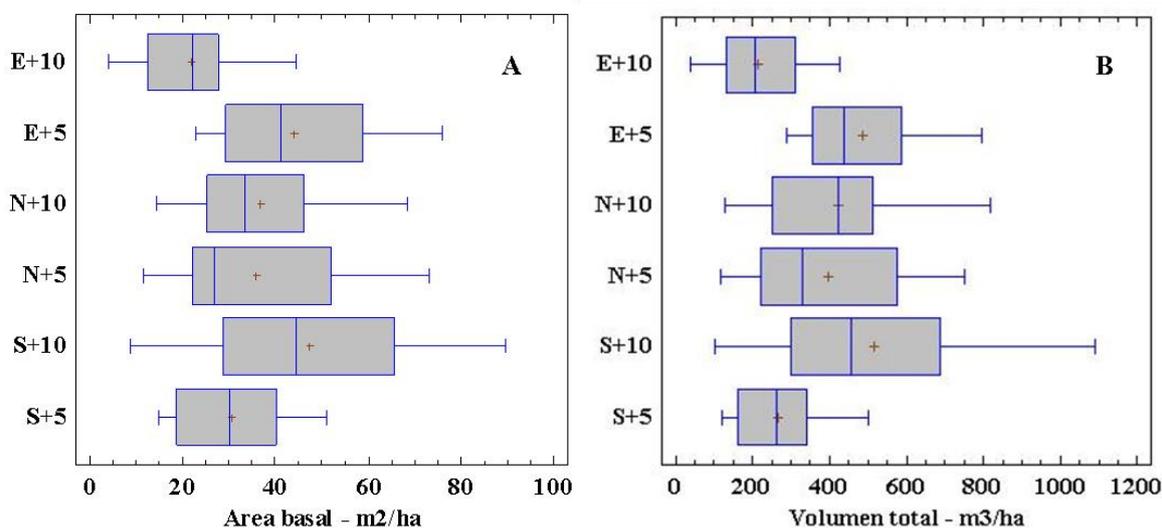


Figura 4.7. Gráfico de cajas y bigotes para área basal por hectárea (A) y volumen total (B) para estructura remanente por zonas y período postcosecha. E = zona este, N = zona norte, S = zona sur, +10 = luego de 10 años de realizada la cosecha, +5 = luego de 5 años de realizada la cosecha.

La cantidad de árboles dañados por unidad de superficie resultó mayor en la zona sur en relación a las zonas este y norte ($F=9,10$, $p= 0,0003$). Dicha zona durante el Post+5 resultó con la mayor cantidad de árboles dañados por hectárea en relación a las restantes zonas y períodos luego de la cosecha (Figura 4.8). Los daños sobre la estructura remanente afectaron árboles con diámetros medios entre 27,9 a 35,8 cm y mayormente fue debido a volteos por viento. La zona norte presentó una afectación del 53 %, la zona sur del 63 % y la zona este del 70 % de daños por dichas causas. En términos porcentuales el AB dañada representó el 35 al 50 % del AB de la estructura remanente.

Durante el Post+5 la estructura actual presentó árboles en pie con mayores diámetros que las áreas aprovechadas durante el Post+10 ($F= 4,89$, $p= 0,0304$). La zona norte resultó con mayor valor del DAP en relación a las zonas este y sur ($F= 6,55$, $p= 0,0025$). El análisis de zonas de acuerdo al período luego de la cosecha resaltó que la zona este durante el Post+10 y la zona sur durante el Post+5 correspondieron a las áreas cosechadas con los menores diámetros de los árboles en pie ($F= 7,93$, $p= 0,0000$) (Figura 4.8).

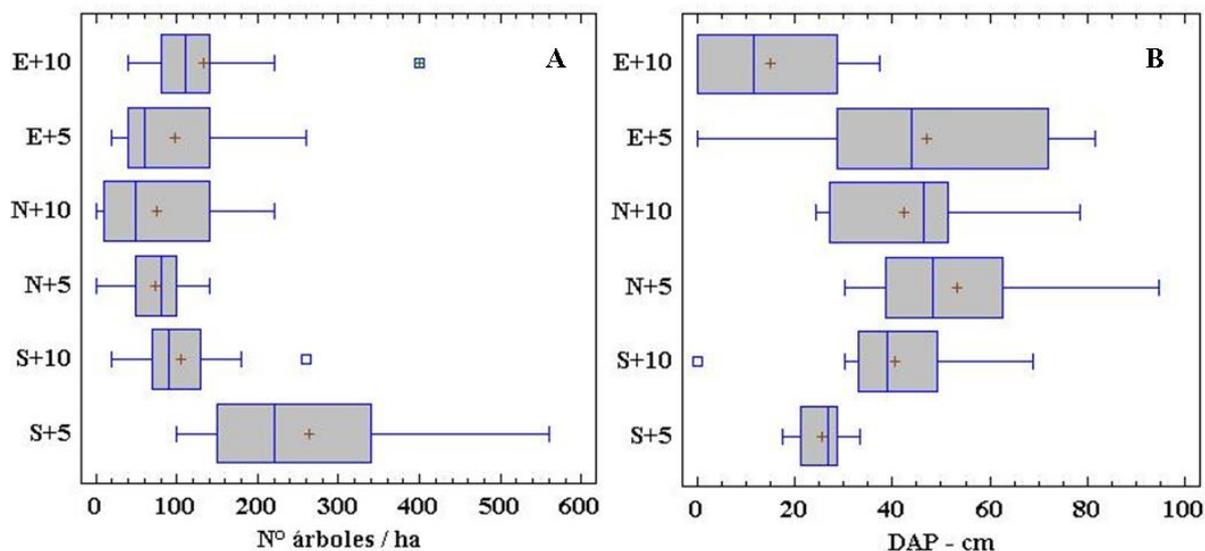


Figura 4.8. Gráfico de cajas y bigotes para cantidad de árboles por hectárea de la estructura dañada (A) y DAP (B) de la estructura actual. En ambos casos por zonas y período postcosecha. E = zona este, N = zona norte, S = zona sur, +10 = luego de 10 años de realizada la cosecha, +5 = luego de 5 años de realizada la cosecha.

Desde la primera cosecha hasta el momento de realizado el estudio en el territorio no se realizó ninguna intervención silvícola, entre las suposiciones de la discontinuidad del manejo forestal, se observó la dudosa calidad maderera de la estructura actual. Para dicha estructura se analizó la cobertura de copas, la presencia de daños y la fase de desarrollo dominante (Tabla 4.2).

Tabla 4.2. Análisis de varianza multifactorial para estructura forestal actual en las diferentes zonas de muestreo (norte, este, sur) y períodos, 5 años luego de la cosecha (Post+5) y 10 años luego de la cosecha (Post+10) y comparando: cobertura de copas (CC) (%), existencia de daños (ED) (%), aptitud maderera (AM) (%), fase de desarrollo dominante correspondiendo a envejecimiento (E) (%).

Estructura	Factor	Nivel	CC	ED	AM	E
Actual	A: Zonas	Este	33,9	43,1	21,9	30,5a
		Norte	37,3	47,3	39,9	61,5b
		Sur	37,0	41,2	29,9	42,1ab
		<i>F(p)</i>	<i>0,10(0,9090)</i>	<i>0,22(0,8036)</i>	<i>2,42(0,0965)</i>	<i>5,63(0,0055)</i>
B: Periodo	P+5	39,2	49,4	38,6a	49,7	
	P+10	32,9	38,3	22,6b	39,8	
	<i>F(p)</i>	<i>0,80(0,3729)</i>	<i>2,05(0,1567)</i>	<i>5,68(0,0200)</i>	<i>1,69(0,1984)</i>	
A+B	<i>F(p)</i>	<i>0,49(0,6126)</i>	<i>2,31(0,1075)</i>	<i>2,96(0,0590)</i>	<i>0,59(0,5599)</i>	

F = test de Fisher, (p) = probabilidad. Letras diferentes indican diferencias significativas mediante el test de Tukey a 0,05.

La aptitud maderera en la estructura actual resultó con mayor proporción de existencias en el Post+5 en relación al Post+10 (F= 5,68, p= 0,0200), lo cual fue esperable en función al tiempo

transcurrido luego de la cosecha forestal. Puede suponerse que en bosques primarios maduros a sobremaduros, luego de la primera cosecha podría considerarse un lapso no mayor a 5 años para la segunda intervención de la estructura remanente y de los árboles caídos con valor maderable. La fase de desarrollo de envejecimiento (E) y tuvo mayor proporción de existencias en la zona norte > zona sur > zona este con diferencias entre dichas zonas ($F=5,63$, $p=0.0055$). En caso de considerar como atributo de evaluación de las posibilidades de uso industrial a la aptitud maderera, por un lado se observaría que dicha estructura maderera cumpliría con la suficiente disponibilidad de rollizos aptos para una industria de elaboración de tablas y de pallets. Por otro lado, existe un radio de 60 km desde la ciudad de Tolhuin a las distintas áreas cosechadas lo cual supondría la realización de un análisis de costos del aprovechamiento y su utilización en la industria forestal a los fines de evaluar la viabilidad económica.

En la Figura 4.9 se representaron los niveles de estructura forestal original, remanente y actual de acuerdo a los resultados obtenidos. Si bien se realizó el estudio en distintas zonas de cosecha (este, norte y sur) y en dos períodos de tiempo luego del aprovechamiento forestal, las variables analizadas resultaron mayormente con similares características en sus diferentes niveles o etapas luego de la intervención silvícola. Partiendo de la estructura original (EO) del bosque primario, se observó la existencia de estructuras primarias semejantes en todas las zonas estudiadas y se caracterizaron como bosques maduros y sobremaduros. Las variables dasocráticas permitieron evaluar en su momento a dichas estructuras como adecuadas para la implementación de cortas de protección (CP). Las cuales se implementaron en el territorio de acuerdo a los requerimientos del organismo fiscalizador de provincia de Tierra del Fuego:, a través de la marcación silvícola con un umbral de área basal remanente de $30,0 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ y un patrón regular de distribución de los árboles marcados con cualidades de alta estabilidad. Los resultados de la tesis indicaron que se apearon los ejemplares arbóreos con DAP promedio entre 41,0 a 51,4 cm y con la continuidad de un criterio selectivo durante la cosecha. La variable empleada para evaluar la marcación silvícola antes de la cosecha por el sector técnico local y, también utilizado en los bosques cosechados en el sur de Chile, correspondió al área basal. De acuerdo a la misma se observó el incumplimiento del tratamiento silvícola o la realización de una corta de protección incompleta (ER-CPI). Ello se debió principalmente a que la estructura remanente inmediatamente de finalizada dicha actividad quedó con una densidad arbórea por encima de la prescripción silvícola ($> 30,0 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$) y con ejemplares arbóreos que debían cosecharse pero que quedaron en pie junto a otros árboles marcados, lo cual no cumplimentó la distribución regular de los árboles remanentes.

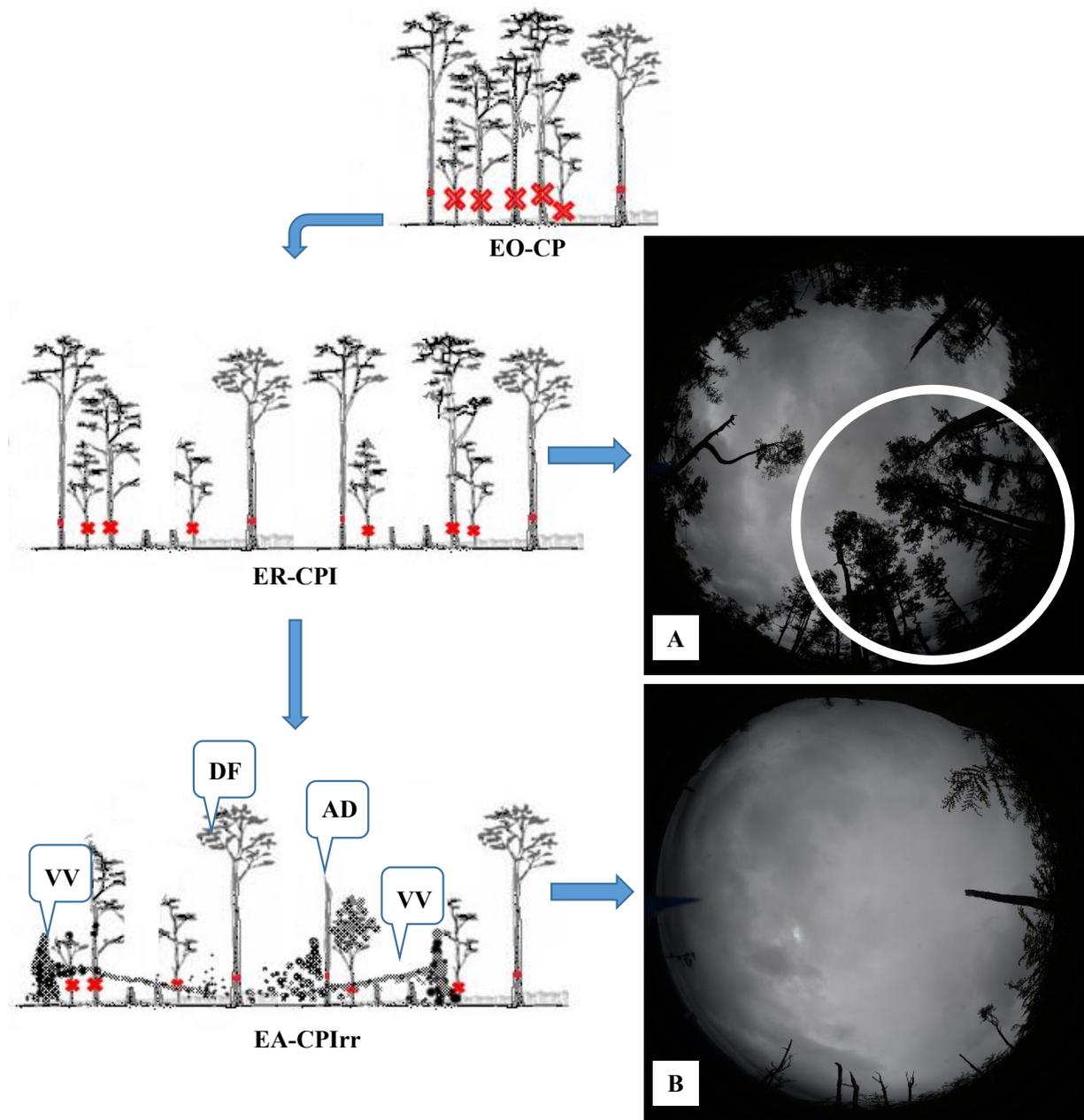


Figura 4.9. Niveles de la estructura forestal primaria luego de la cosecha. (EO-CP) estructura original con marcación silvícola para corta de protección, el símbolo “x” en el gráfico representan los árboles que deben ser cosechados y el símbolo “punto” representa los árboles que deben permanecer como estructura remanente. (ER-CPI) estructura remanente con corta de protección incompleta. (A) Fotografía hemisférica donde el círculo blanco indica agrupamiento de árboles que debían ser cosechados. (EA-CPIrr) Estructura actual con árboles vivos en pie distribuidos irregularmente en el rodal, y con evidencias de daños en el fuste (DF), árboles caídos por vientos (VV), árboles descopados (AD). (B) Fotografía hemisférica exponiendo una estructura actual con mayor cantidad de daños.

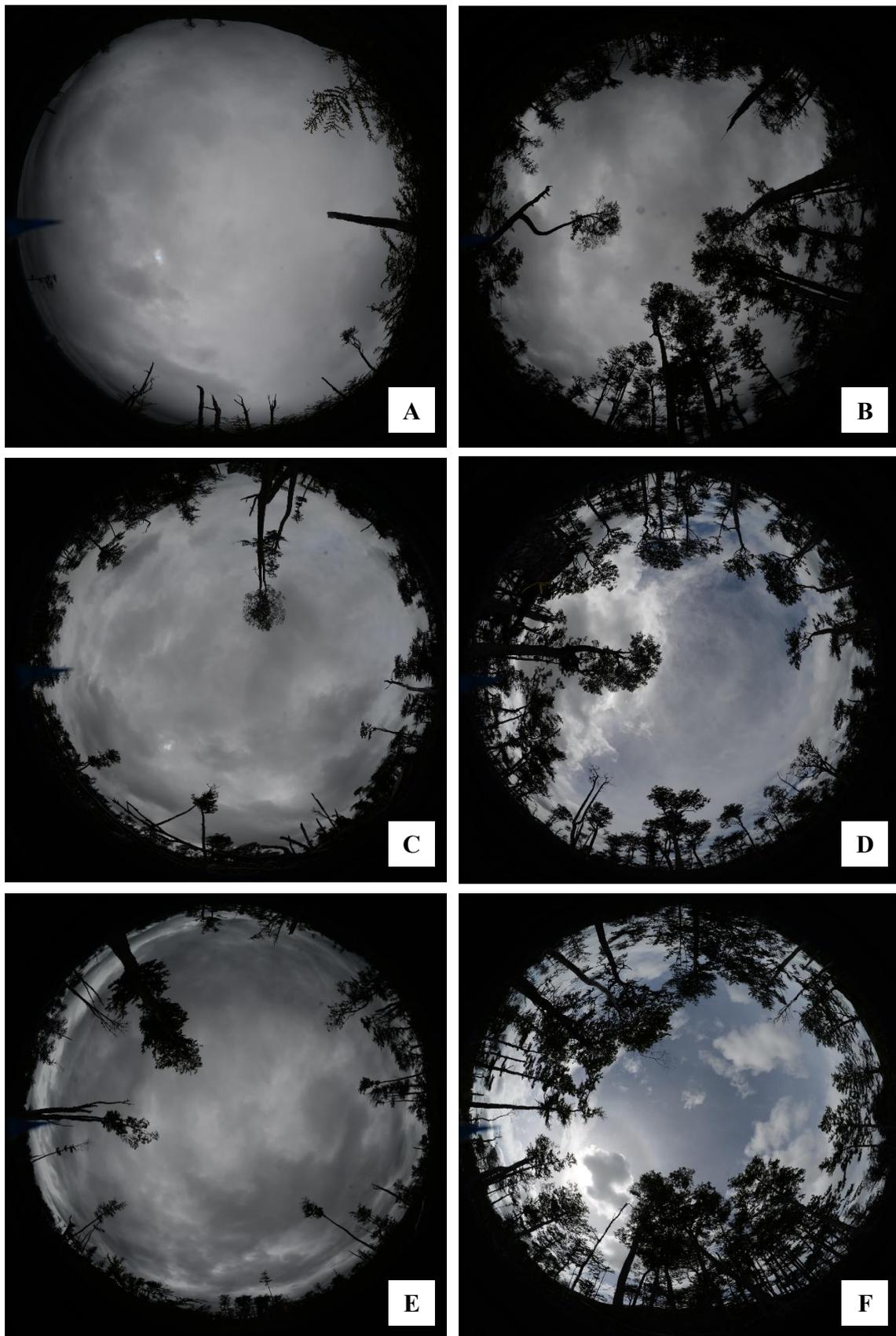


Figura 4.10. Fotografías hemisféricas. (A); (C); (E) áreas Post+10. (B); (D); (F) áreas Post+5. (A) y (B) zona este; (C) y (D) zona norte; (E) y (F) zona sur.

Si bien no se observaron diferencias estadísticamente significativas en la cobertura de copas entre las distintas zonas de cosecha y entre los períodos de tiempo luego de realizado el aprovechamiento forestal, se pudo apreciar con la utilización de fotografías hemisféricas diferencias de la estructura forestal durante el Post+5 y Post+10. Para la cual se utilizaron las fotografías hemisféricas de los sitios con menor área basal durante el Post+10 y los sitios con mayor área basal durante el Post+5 (Figura 4.10). Durante el Post+5 se observó la distribución irregular de la estructura remanente principalmente por la formación de “isletas” de los árboles con diámetros menores a los 35,0 cm como resultado de la cosecha de los árboles con mayor aptitud para la industria maderera (Cuadros B, D, F). Durante el Post+10 se observaron los efectos del daño sobre la estructura remanente debido a la muerte en pie de árboles y al efecto de los volteos de viento (Cuadros A, C, E).

4.4.2 Niveles de productividad y daños en la estructura forestal

De acuerdo a los métodos de fiscalización de la actividad forestal del área técnica de la Provincia de Tierra del Fuego, la variable utilizada para evaluar el resultado de las marcaciones silvícolas correspondió al área basal. Con dicha variable se determinaron relaciones entre los principales niveles de estructura forestal para estimar la productividad y daños sobre la estructura actual. Se obtuvo la relación del área basal de la estructura cosechada (ABc) con la estructura original (ABo) (ABc/ABo); el área basal de la estructura remanente (ABr) en relación a la estructura original (ABr/ABo); el área basal de la estructura dañada (ABd) en relación a la estructura remanente (ABd/ABr) y el área basal afectada por volteos de viento (ABv) en relación al área basal dañada (ABv/ABd). Tabla 4.3.

La relación ABd/ABr resultó mayor en la zona este > zona sur > zona norte con diferencias significativas entre dichas zonas ($F=7,59$, $p=0,0011$) y los daños fueron mayores durante el Post+10 ($F=7,20$, $p=0,0092$). Los daños fueron causados principalmente por volteos de vientos, la relación ABv/ABd resultó entre el 56,4 y 72,5 %, y la causa restante fue la muerte en pie de los árboles remanentes luego de la cosecha. Los volteos de viento usualmente se asocian a grandes alturas y menores diámetros de los árboles que conforman la estructura remanente. Sin embargo, para el presente estudio las alturas medias dominantes entre las distintas zonas no presentaron diferencias significativas y resultaron entre 21,9 a 23,3 m (Ver Apartado 3.4). Al comparar las diferentes zonas de acuerdo al período luego de la cosecha, resultó que la zona este durante el Post+10 correspondió al sitio con la mayor afectación de daños sobre la estructura original ($F= 2,90$, $p= 0,0198$) y sobre la estructura remanente ($F= 8,29$, $p= 0,0000$). (Figura

4.11). Asimismo, dicha zona durante el Post+10 no resultó con una estructura remanente con los menores diámetros (Ver Cuadro B Figura 4.6).

Tabla 4.3. Análisis de varianza multifactorial en las diferentes zonas de muestreo (norte, este, sur) y períodos, 5 años luego de la cosecha (Post+5) y 10 años luego de la cosecha (Post+10) comparando: relación del área basal de la estructura cosechada y la original (ABc/ABo) (%), relación del área basal de la estructura remanente y la original (ABr/ABo) (%), relación del área basal de la estructura dañada y la remanente (ABd/ABr) (%), relación del área basal de la estructura volteada por viento y la dañada (ABv/ABd) (%), relación de volumen desechado y volumen total (Eficiencia) (%).

Factor	Nivel	ABc/ABo	ABr/ABo	ABd/ABr	ABv/ABd	Eficiencia
A: Zonas	Este	41,9	58,1	63,0a	72,5	88,2
	Norte	41,5	58,5	35,4b	56,4	94,6
	Sur	37,2	62,8	47,1ab	65,6	89,1
	<i>F(p)</i>	<i>0,39(0,6811)</i>	<i>0,39(0,6806)</i>	<i>7,59(0,0011)</i>	<i>1,41(0,2519)</i>	<i>0,98(0,3811)</i>
B: Período	Post+5	41,0	59,0	40,7a	60,2	96,3a
	Post+10	39,4	60,6	56,3b	69,4	85,0b
	<i>F(p)</i>	<i>0,11(0,7466)</i>	<i>0,10(0,7474)</i>	<i>7,20(0,0092)</i>	<i>1,38(0,2436)</i>	<i>7,58(0,0076)</i>
A+B	<i>F(p)</i>	<i>5,36(0,0070)</i>	<i>5,36(0,0070)</i>	<i>9,54(0,0002)</i>	<i>1,10(0,3397)</i>	<i>0,68(0,5123)</i>

F = test de Fisher, (p) = probabilidad. Letras diferentes indican diferencias significativas mediante el test de Tukey a 0,05.

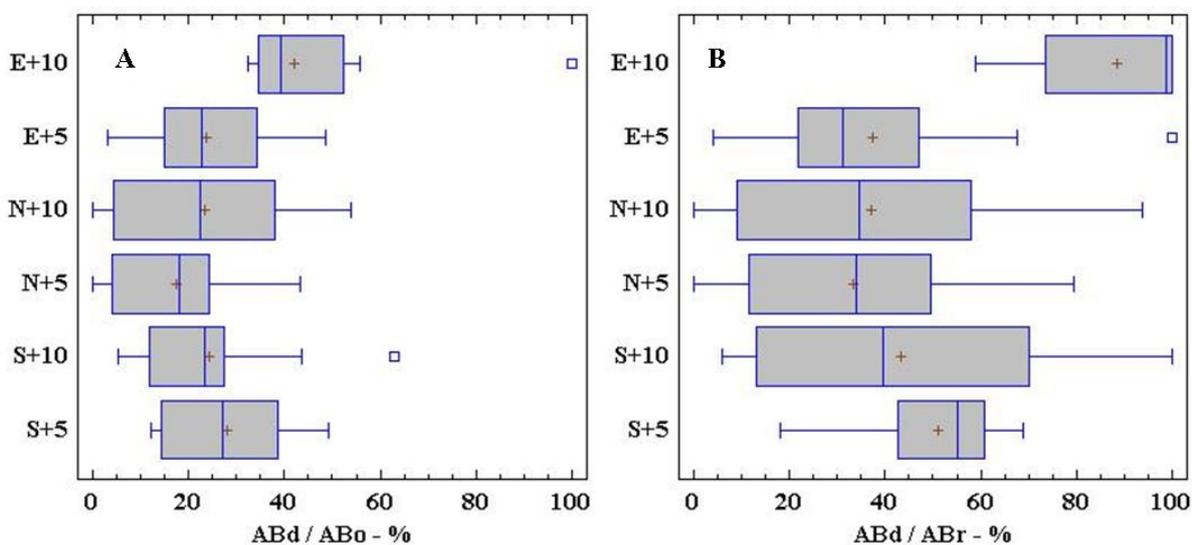


Figura 4.11. Gráfico de cajas y bigotes para relación del área basal de la estructura dañada y el área basal de la estructura original (A) y, relación del área basal de la estructura dañada y el área basal de la estructura remanente (B). En ambos casos por zonas y período postcosecha. E = zona este, N = zona norte, S = zona sur, +10 = luego de 10 años de realizada la cosecha, +5 = luego de 5 años de realizada la cosecha.

En la zona este durante los relevamientos de campo para la instalación de las parcelas correspondientes a dos unidades de muestreo del período Post+10, se constataron áreas de bosques aprovechados como de áreas con estructuras aparentemente sin intervención silvícola un alto daño sobre la estructura forestal. Se observaron sitios con árboles volteados en una cantidad inusual, árboles descopados y daños por quiebre de ramas de grandes dimensiones, puntualmente en la zona conocida como Reserva Forestal Rio Irigoyen. De acuerdo a los registros de la Provincia durante la primera quincena del mes de diciembre de 2010 se registraron ráfagas de más de 90 km h⁻¹ al SE de dicha reserva forestal. Puede indicarse que el elevado grado de daños en los bosques cosechados de la zona este no constituyó un evento recurrente y territorial, ya que no afectó a las otras zonas destinadas a la actividad forestal. De esta manera, se puede suponer que los daños sobre la estructura remanente de las áreas aprovechadas durante el Post+10 pueden deberse a efectos causados por la tormenta de viento del año 2010 al SE de las unidades de muestreo. El volteo por viento luego del aprovechamiento también se podría asociar al debilitamiento de los árboles causados por los daños físicos que suelen ocurrir durante la cosecha. Se suponen distintos criterios de volteo, arrastre de fustes y capacidades operativas de los productores forestales para la realización del aprovechamiento forestal. La existencia de daños (ED) en los árboles de la estructura actual resultó entre el 41,2 y 47,3 % (Tabla 4.2).

La eficiencia se determinó a través de la relación entre el volumen de rollizos considerados como productos olvidados durante las actividades de cosecha y el volumen aprovechable. El volumen aprovechable correspondió al volumen efectivamente cosechado, por lo que la eficiencia de la cosecha no implica la cumplimentación del tratamiento silvícola según el umbral de AB remanente (30,0 m² ha⁻¹). La eficiencia durante el Post+5 y Post+10 resultaron con diferencias estadísticamente significativas (F=7,58, p=0,0076).

4.5 Discusión

Estructura original. En los bosques primarios de *N. pumilio* aprovechados en las zonas norte, este y sur del territorio provincial se presentaron umbrales de AB de 57,2 a 62,2 m² ha⁻¹, 341 a 587 árboles ha⁻¹, 603,4 a 690,6 m³ ha⁻¹ de volumen bruto. Los cuales coincidieron con los registros de otros estudios en la provincia (Martínez Pastur et al., 2002b, 2017; Gea Izquierdo et al., 2004; Cellini et al., 2005, 2017; Cellini, 2010; Ojeda et al., 2013), quienes reportaron estructuras primarias con el máximo grado de ocupación y en CS= III, con umbrales de AB entre 59,7 a 81,5 m² ha⁻¹, 244 a 747 árboles ha⁻¹, 726,5 a 1062,7 m³ ha⁻¹. Estudios en los bosques del sur de Chile (Schmidt y Urzúa, 1982; Schmidt, 1989, 1994; Ferrando Toso, 1994; Schmidt et

al., 1992, 1995, 1996, 1997; González, 1995; Schmidt y Caldentey, 1999; Rodríguez Flores, 2002; Neira Pacheco, 2004; Garfias Miranda, 2005; Salinas et al., 2019) describieron estructuras primarias con AB entre 68,5 a 87,8 m² ha⁻¹, 562 a 614 árboles ha⁻¹ y 615 a 822 m³ ha⁻¹. Los valores dasométricos de la presente tesis pueden considerarse acordes con los promedios resultantes en inventarios en distintos sectores de producción forestal. Smith y Urzúa (1982) y Martínez Pastur et al. (2002b) indicaron que dichas variables son las que usualmente se utilizan en los inventarios de Patagonia Sur y de acuerdo a los registros de la Dirección General de Desarrollo Forestal continúan siendo las variables de uso común para la fiscalización del aprovechamiento forestal en la provincia de Tierra del Fuego. Con los umbrales dasométricos resultantes de los estudios indicados precedentemente y los de la presente tesis, Schmidt y Urzúa (1982) sugieren comenzar el manejo forestal en bosques primarios con una nueva generación arbórea, conformada por el banco de plántulas existente bajo dicha estructura forestal.

Estructura cosechada. En los bosques estudiados (CS = III) resultaron estructuras originales con un amplio rango de diámetros, valores mínimos de 25,7 a 36,7 cm a diámetros máximos de 53,5 a 73,8 cm (Figura 4.4). La estructura cosechada resultó con valores de diámetro mínimo de 37,2 a 39,4 cm y máximos de 55,1 a 74,2 cm (Figura 4.5) y valores promedio de 41,0 a 51,4 cm (Tabla 4.1). Dicho umbral coincidió con los antecedentes reportados por diversos estudios en los últimos 30 años de actividad forestal en Tierra del Fuego y donde se aprovecharon los árboles con diámetros mayores a los 35 cm (Ferrando Toso, 1994; Martínez Pastur et al. 1997a, 1999ab, 2000, 2002ab, 2003, 2009, 2012, 2013b, 2017; Martínez Pastur y Lencinas, 2005; Cellini et al., 2005, 2017; Ojeda et al., 2013). La estructura cosechada representó el 40,0 % del AB de la estructura original. Silva Aguad et al. (2008) concluyeron que en bosques manejados bajo cortas de protección la remoción del área basal de cosecha del 33,0 y 43,0 % se considera baja para los promedios de la zona de Magallanes en Chile. Para una corta de protección cumplimentada de acuerdo al AB remanente entre 25,0 a 30,0 m² ha⁻¹ otros estudios (González, 1995; Schmidt Alcoholado, 1999; Rodríguez Flores, 2002; Neira Pacheco, 2004; Ojeda et al., 2013) determinaron intensidades de corta del 45,1 al 55,0 %. De esta manera, la estructura cosechada en las distintas zonas del territorio y en ambos períodos luego de la cosecha, no se encontraron dentro de los valores considerados aceptables para el cumplimiento de la prescripción silvícola. Gea Izquierdo et al. (2004) y Cellini et al. (2017) observaron que la demanda de madera en el mercado local entre las décadas de 1960 a 1990 se basó en productos de grandes escuadrías (tablas, tablones y tirantes). Lo cual implicó realizar una alta selección de trozas de 4,0 a 6,0 m de largo, diámetros superiores a los 35,0 cm y buena sanidad del tipo “A” y “B” de acuerdo a la

clasificación de Cordone y Bava (1997). Dicha clasificación de sanidad prescribe que las trozas del tipo “A” corresponden a aquellos rollizos que no presentan manchas de pudriciones blandas y las trozas del tipo “B” tienen permitido menos del 15 % de pudrición blanda en el centro del rollizos, en ambos tipos se excluyen los rollizos que presentan perforaciones de taladros. Localmente, los rollizos con estas características se denominan “volumen aserrable”. El volumen de la estructura cosechada resultó entre 143,7 a 177,2 m³ ha⁻¹. Chauchard (1990), Ferrando Toso (1994), Bava y Hlopec (1995), Mosqueda (1995), Gonzalez (1995), Garib (1996), Daffunchio y Villena (1997), Schmidt Alcoholado (1999), Martínez Pastur et al. (2004b), Ojeda et al. (2013) desde los inicios de la implementación de las cortas de protección hasta la actualidad reportaron volúmenes de cosecha que variaron entre 33,0 a 330,6 m³ ha⁻¹, considerando distintas estructuras forestales primarias en un amplio gradiente de calidades de sitios en los bosques de producción en Patagonia Sur. De esta manera, los resultados de la tesis se encuentran comprendidos en el rango de volúmenes de cosecha. Se observó que durante el período Post+10 el volumen de la estructura cosechada fue de 118,2 a 181,6 m³ ha⁻¹, los datos del Anuario de Estadística Forestal (2021) para dicho período presentaron valores entre 81,0 a 95,0 m³ ha⁻¹. Durante el período Post+5 los resultados de la tesis fueron de 134,3 a 212,0 m³ ha⁻¹ y el anuario estadístico presentó valores entre los 117,0 a 133,0 m³ ha⁻¹. Durante el Post+10 y Post+5 se plantearon distintas metodologías de cubicación en las actividades de fiscalización de la provincia de Tierra del Fuego. De acuerdo a los registros de la Dirección General de Desarrollo Forestal, para el primer período los valores estadísticos resultaron de la metodología de campo denominada “cubicación en canchón” y solo se midieron variables (diámetro medio y longitud de trozas) de productos rollizos saneados y seleccionados para su transporte a aserradero. Durante el Post+5 la metodología utilizada para la fiscalización del volumen de cosecha fue la denominada “cubicación en pie”, de acuerdo al modelo para Tierra del Fuego propuesto por Martínez Pastur (2006). La cubicación en pie determina el volumen de cosecha del bosque sin apeaar y las variables responden a los criterios de los técnicos que evalúan la marcación silvícola. De esta manera, durante el Post+10 el volumen de cosecha respondió a la evaluación de los rollizos apeados y saneados en los canchones y, durante el Post+5 el volumen respondió a la evaluación de cosecha de la estructura forestal en pie. Martínez Pastur et al. (2002b) indicaron que el modelo de estimación de volúmenes en pie se desarrolló para todo rango de calidades de sitios en los bosques de producción de *N. pumilio* y que incluyó calidades maderables. Si bien constituye una herramienta útil y operativa para las tareas de fiscalización, aún se mantiene el criterio selectivo durante la cosecha forestal y en los lugares de acopio antes del procesamiento industrial.

Schmidt Alcoholado (1999) para la XII Región de Chile reportó series estadísticas de 14 años con un volumen de cosecha promedio de $186,0 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. Dicho valor puede considerarse dentro del rango de las series estadísticas de la provincia de Tierra del Fuego. Sin embargo, los reportes estadísticos citados por Schmidt Alcoholado (1999), discriminaron entre un volumen aserrable de $91,7 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ y un volumen astillable de $94,3 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. El volumen aserrable resultó similar al volumen de cosecha reportado en las series estadísticas durante el Post+10 (resultante de la cubicación en canchón de los productos mayormente saneados y clasificados para su destino al aserradero). Del volumen cosechado en los bosques primarios de *N. pumilio* se observó el volumen aserrable destinado a la producción primaria y el volumen no aserrable que en la actualidad no tiene utilidades. Pesutic (1978), Richter y Frangi (1992) y Alzamora et al. (2019) reportaron daños del 43,0 % del volumen maderable bruto y bajos porcentajes de aprovechamiento del 25,0 al 35,0 %. Schmidt y Urzúa (1982) estimaron rendimientos del 15,0 al 20,0 %. Schmidt et al. (1996) reportaron que del total del volumen maderable, el 33,0 % correspondió a productos aserrables y el 77,0 % a productos no aserrables. Más recientemente, y para la producción de Tierra del Fuego, el Censo Nacional de Aserraderos (2017) y Favoretti (2020) reportaron una eficiencia volumétrica del 30,0 al 35,0 %. Schmidt y Urzúa (1982) en la década de 1980 advirtieron sobre dichas limitaciones en cuanto al potencial de volumen maderable que atenta con la continuidad del manejo forestal en los bosques de Patagonia Sur. Gea Izquierdo et al. (2004) concluyeron sobre las limitaciones tecnológicas para el procesamiento de madera de menor tamaño y calidad en Tierra del Fuego. De esta manera, el criterio selectivo se ha mantenido en las últimas décadas a demanda de una industria local de primera transformación de bajo valor agregado para la elaboración de madera aserrada (tablas, tablones, tirantes) y elaboración de productos de bajo valor agregado, tal como los envases de madera o pallets (Censo Nacional de Aserraderos, 2017). Schmidt y Urzúa (1982) y Cruz et al. (2003) observaron que para un mejor cumplimiento de las prescripciones silvícolas debiera existir un mercado para la madera de baja calidad (ej. astillas) que permitiría realmente un uso integral del bosque y el inicio de un manejo silvícola. Por otro lado, Cellini et al. (2017) observaron que solo aplicando el sistema de fustes completos se generarían rendimientos de volumen maderable aceptables para la industria del aserrado y sin la necesidad de producir astillas ni aprovechar bosques de baja calidad. Las consecuencias negativas de este incumplimiento fueron descriptas en el Apartado 1.2.4.

Estructura remanente. El AB remanente resultó del orden del 58,0 al 63,0 % del AB de la estructura original. Para una corta de protección en bosques de Patagonia Sur de Argentina

diversos autores (Bava y Rechene, 2004; Martínez Pastur et al., 2013b; Ojeda et al., 2013; Cellini et al. 2017) y reportes en los bosques del Sur de Chile (Schmidt 1989, 1994; Ferrando Toso, 1994; Schmidt et al., 1992, 1995, 1996, 1997; Schmidt y Caldentey, 1999; Araya von Schedler, 1996; Neira Pacheco, 2004; Garfias Miranda, 2005) reportaron un umbral de área basal remanente del 40,0 al 45,0 % de la estructura original. En términos de densidad por unidad de superficie, el AB remanente varió entre 32,9 a 38,9 $\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$, mientras que el umbral de AB remanente para una corta de protección evaluada por el organismo contralor antes de la cosecha correspondió a 30,0 $\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$. Si bien es usual una diferencia de valores entre la prescripción silvícola y los resultados de la cosecha, Schmidt et al. (1992, 1995) realizaron una evaluación de la estructura remanente luego de la cosecha bajo cortas de protección. Determinaron que a los fines económicos y continuidad del manejo forestal, los valores próximos a los 40,0 $\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$ debieran aproximarse al valor prescripto inicialmente (30,0 $\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$). De esta manera, las áreas estudiadas en la tesis resultaron con estructuras remanentes que no cumplen con el tratamiento silvícola y continuaría el criterio selectivo durante la cosecha forestal. Estos resultados coinciden con las conclusiones de Gea Izquierdo et al. (2004) y Cellini et al. (2017) con estudios en otras zonas de la provincia de Tierra del Fuego. Asimismo, en la década de 1990 y con otras prácticas silvícolas, Mosqueda (1995) ha observado que la práctica selectiva ha sido de uso frecuente en el territorio.

El área basal podría considerarse como una variable de evaluación de cumplimiento de las prescripciones silvícolas una vez finalizada la cosecha forestal. Algunos trabajos observaron otras variables evaluativas; Araya von Schedler (1996) reportó una corta de protección cumplida con 112 árboles ha^{-1} , DAP medio de 50,0 cm, VTCC de 223,1 $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$; González (1995) luego de la cosecha reportó 185 árboles ha^{-1} , DAP medio de 55,4 cm, VTCC de 331,8 $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ ambos casos para una CS =IV. Ojeda et al. (2013) luego de la cosecha con cumplimiento de la corta de protección reportaron 84 árboles ha^{-1} , DAP medio de 71,2 cm, VTCC de 474,4 $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ para una CS =II. Con las variables DAP medio, cantidad de árboles y volumen total por unidad de superficie los valores presentaron diferencias de acuerdo a la calidad de sitio, lo cual no resultaría práctico para un uso en distintas situaciones de bosques en todo el territorio. Para la provincia de Tierra del Fuego, el área basal como indicador de evaluación de la marcación silvícola para los distintos tratamientos silvícolas antes de la cosecha forestal resultó de uso común y aceptado por el sector técnico privado y público.

Estructura dañada. Para las variables de densidad, DAP medio y volumen total no se presentaron diferencias significativas en la escala territorial ni temporal durante los 5 y 10 años

luego de la cosecha. Martínez Pastur et al. (2017) con un monitoreo de 20 años luego de la cosecha bajo cortas de protección, reportaron que el área basal fue disminuyendo hasta los 17 años después del aprovechamiento, debido principalmente al efecto del viento. Uriarte y Grosse (1991), Schmidt et al. (1996), Rodríguez Flores (2002), Neira Pacheco (2004) concluyeron que la estabilidad de los bosques de *N. pumilio* luego de la cosecha, depende de la intensidad y frecuencia de los vientos. En los bosques estudiados, los daños por volteos de viento sobre la estructura remanente fue del 36,0 al 41,0 %. Neira Pacheco (2004) para un período de 10 años luego de la cosecha reportó daños del 34,0 % del área basal remanente, Schmidt et al. (1995) registraron daños del 31,0 %, Rodríguez Flores (2002) luego de 5 años de la cosecha obtuvo daños del 31,0 %, Schmidt et al. (1996) luego de 4 años de la cosecha registraron daños por el viento del 13,5 al 20,0 %. De esta manera, los daños en los bosques estudiados podrían indicarse como elevados.

Si bien el principal factor fue el viento, Schmidt et al. (1996), Gea Izquierdo et al. (2004), Pérez Flores et al. (2019) observaron que los daños físicos causados en los fustes de los árboles remanentes de la cosecha durante el arrastre de trozas, generó mayor susceptibilidad de dichos individuos al efecto de los vientos. Al mismo tiempo, Schmidt et al. (1995), Herrero Jenó (2000), concluyeron que para una corta de protección con una estructura remanente mayormente constituida por árboles con diámetros menores a 20,0 cm, éstos resultaron ser los más afectados por los vientos luego de la cosecha. Dicha estructura, al no ser removida del área bajo manejo conformó una biomasa leñosa residual, constituyéndose también en material combustible. En este sentido, Chauchard et al. (2012) a los fines de la prevención de incendios forestales, requirieron buscar un equilibrio entre el mantenimiento de la complejidad ecosistémica del bosque y la disminución del material combustible en dicho sistema. Por otro lado, Cruz et al. (2003) indicaron que la biomasa leñosa residual dificulta las tareas silviculturales para la continuidad del manejo forestal.

Estructura actual. Luego de 5 y 10 años de realizada la cosecha en las distintas zonas del territorio, las variables de densidad, DAP y volumen total no presentaron diferencias significativas, lo cual supone una dinámica postcosecha similar en el territorio. La cobertura de copas del 39,2 % (Post+5) y del 32,9 % (Post+10) se diferenciaron de los resultados obtenidos por Martínez Pastur et al. (2017). Luego de 5 años de la cosecha reportaron una cobertura de copa del 33,0 % y valores máximos del 44,0 % por recuperación de la misma luego de 8 años. Salinas et al. (2019) observaron que la recuperación de la cobertura resultó por el desarrollo de una copa globosa, ya que el dosel remanente queda libre de competencia luego de la cosecha.

De esta manera, la estructura actual en las áreas estudiadas resultaron con coberturas, principalmente durante el Post+10, que no se encontrarían en proceso de recuperación. Una posible causa podría relacionarse con los elevados valores de daños por caída de árboles en los 10 años luego de la cosecha.

A través de la clasificación visual se determinó que la aptitud maderera en árboles mayores a 35,0 cm de DAP varió entre el 28,0 al 40,0 % dependiendo de la zona. Ferrando Toso (1994) en bosques maduros primarios cosechados concluyó que el 100,0 % de la estructura remanente quedó conformada por individuos con poca calidad maderera. Schmidt y Urzúa (1982) observaron de igual manera, que luego de la corta de protección los árboles que permanecen en pie resultaron en su gran mayoría sin valor maderero. Dichos autores indicaron también que las existencias maderables en los bosques primarios de por sí resultaron bajas, puesto que las fases de desarrollo correspondientes a envejecimiento y desmoronamiento presentaron con mayor frecuencia pudriciones en la madera que la desvalorizan. Sin embargo, Nystrom (1981) observó problemas de sanidad en individuos pertenecientes a las clases sociales suprimidas respecto a las dominantes. De esta manera, la clasificación visual del potencial valor maderero podría constituir una referencia aproximada de la estructura actual. En este sentido, Richter y Frangi (1992) y Alzamora et al. (2019) observaron la dificultad para identificar fehacientemente la pudrición previa a la cosecha y antes del procesamiento de los rollizos. Carabelli y Peri (2005) habían advertido que el criterio selectivo de la industria forestal llevaría a la generación en el corto plazo de bosques empobrecidos en cuanto a la cantidad y calidad maderera, tal como lo observado en la estructura actual de los bosques estudiados.

En relación a la metodología de trabajo. En el punto “a” del Apartado 1.3.2 Capítulo I, se mencionó la problemática en cuanto a la deficiente evaluación de las prácticas de cosecha forestal. A través la metodología empleada en la tesis, y particularmente con el uso de variables dasométricas de uso común en la región Sur de Chile y Tierra del Fuego, se obtuvieron resultados que aportaron valor a la evaluación de las áreas cosechadas e información para la toma de decisiones. De esta manera, dicha metodología podría constituir una herramienta para la evaluación de los tratamientos silvícolas a escala territorial y temporal. Entre los aspectos favorables para su implementación en el territorio se observaron; (i) las variables de registro utilizadas resultaron de uso común por parte de los técnicos en la elaboración y evaluación de planes de manejo forestal y estudios forestales en la región (densidad, DAP, fases de desarrollo, altura dominante), tanto del sector público como del sector privado; (ii) las variables resultaron de fácil medición e interpretación para una amplia variedad de áreas forestales donde se

desarrolla la actividad forestal (zonas norte, este y sur), coincidiendo con lo observado por García (1988), Vanclay (1994), Aguirre Calderón et al. (2009). Esta operatividad en el uso podría responder a mantener una evaluación de una superficie anual de aprovechamiento forestal de aproximadamente 600 ha (Anuario de Estadística Forestal, 2021); (iii) los modelos dendrométricos relacionados con la productividad, tal como lo reportaron Mc. Dill y Amateis (1992), Gregoire (1993) y Martínez Pastur et al. (1997), resultaron eficaces para definir el potencial productivo de las áreas factibles de aprovechamiento forestal. Dichos modelos, tal como lo indicó Zeide (1993), resultaron con alta aplicabilidad por la facilidad de uso de herramientas de medición, variables registradas y por los recursos disponibles para la obtención de sus datos; (iv) el registro anual de los resultados de la evaluación de los tratamientos silvícolas en el tiempo, coincidiendo con las conclusiones de Bailey y Tappeiner (1998) y Martínez Pastur et al. (2010), podrían constituir la herramienta principal para la evaluación de las prácticas de manejo y la toma de decisiones.

Los resultados de la presente tesis describieron la estructura forestal de acuerdo a criterios de producción para una corta de protección transcurridos 5 y 10 años de realizada la cosecha. En un contexto donde existen demandas de utilidades de los sistemas forestales, de valoración de bienes y servicios ecosistémicos, la información generada de acuerdo a las observaciones de Pommerening (2002), Muñoz Garachana (2018), Crecente-Campo et al. (2009), pueden contribuir a conocer la abundancia y diversidad estructural del componente forestal y de manera complementaria con otros estudios, disponer de una guía para el manejo multi-propósito de los bosques.

4.6 Conclusiones particulares

El análisis de la estructura forestal del bosque productivo de *N. pumilio* identifica distintos niveles de la estructura superior del bosque luego de la cosecha forestal. El primer nivel descrito corresponde a la estructura original o primaria del bosque antes de la intervención silvícola. A continuación se presenta la estructura cosechada y remanente, inmediatamente de finalizado el aprovechamiento forestal. En el mediano plazo se presenta la estructura dañada y finalmente, la estructura actual o contemporánea. Con el empleo de variables dasocráticas de uso común en los inventarios forestales de los bosques de Patagonia Sur de Argentina y Chile se describen los distintos niveles de la estructura forestal.

Las tres zonas geográficas de estudio corresponden a bosques puros de *N. pumilio* y los distintos niveles de la estructura forestal se presentan con características similares. La estructura original de los bosques aprovechados en Tierra del Fuego presenta características dasocráticas

semejantes a otros bosques en Patagonia Sur de Argentina y Chile. En todos los casos estudiados con umbrales dasométricos acordes para la implementación de las cortas de protección. La estructura cosechada también tiene similitudes en las distintas zonas y en los períodos de cosecha estudiados. Responde principalmente a la demanda de la industria maderera local con requerimientos de rollizos de diámetros superiores a los 35,0 cm y preferentemente sin pudriciones. Lo cual deriva en una clasificación de los árboles apeados en “volumen útil” o “volumen aserrable” (volumen apto para el aserrado de la industria) y, un “volumen desechable” o “volumen no aprovechable”. En las áreas estudiadas no se presentaron estructuras remanentes que hayan cumplido con el tratamiento silvícola, ya que en todos los casos el área basal remanente es mayor a lo prescripto antes de la cosecha ($30 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$). Con la descripción de la estructura cosechada y remanente puede observarse la continuidad del criterio “selectivo” en las prácticas de cosecha. La estructura dañada fue causada principalmente por volteos de viento. Si bien constituye un factor climático en el territorio, se observa la posible ocurrencia de daños mecánicos causados durante la cosecha forestal. Durante el volteo de árboles y el rastreo de fustes apeados se suelen producir golpes en las distintas partes de los árboles que conforman la estructura remanente. Dichos daños debilitan a los árboles remanentes y resultan más susceptibles ante distintas intensidades de los vientos. La estructura actual puede considerarse como el resultado de una dinámica dada entre las condiciones ambientales de cada zona y las prácticas de cosecha implementadas en el territorio. Dicha estructura no presentó y no presenta ninguna demanda de uso para continuar el manejo forestal o para realizar el aprovechamiento de los árboles volteados por el viento o para terminar de cumplimentar la prescripción silvícola. Lo cual permite suponer que la estructura forestal actual se encuentra conformada por árboles sobremaduros con dudosa calidad maderera para el uso de la industria local y por consiguiente, sin proyecciones en el corto y mediano plazo para la continuidad del manejo forestal.

La metodología descriptiva del estado de la estructura forestal en todos los niveles luego de la cosecha resulta de ágil utilización e interpretación. Puede constituir una herramienta útil y práctica tanto para la evaluación de la implementación de los tratamientos silvícolas, como para el monitoreo de la dinámica de la estructura forestal luego del aprovechamiento. El empleo de variables dasométricas objetivas, de ágil uso en el campo e interpretación de datos y por sobre todo, de uso generalizado por técnicos forestales del sector privado y estatal en la provincia, aseguran su implementación en el territorio. Asimismo, pueden ser consideradas para conformar los criterios e indicadores de sostenibilidad para el manejo de los bosques en la provincia.

La información generada constituye una base de datos de utilidad para la toma de decisiones en la gestión forestal. De la estructura cosechada y remanente deriva que la clasificación de

volumen aserrable y volumen desechable es una actividad de larga data y que en la actualidad es un tema de discusión ante una problemática de acumulación de biomasa leñosa en las áreas boscosas y en los aserraderos. Si bien el impacto significativo en la comunidad de Tolhuin es ante la peligrosidad de ocurrencia de incendios forestales, un impacto menos visible corresponde a la inutilización de un recurso natural fueguino. El área basal de la estructura remanente podría considerarse como principal variable de evaluación de la implementación del tratamiento silvícola una vez finalizada la cosecha forestal. La estructura dañada por volteos de viento podría estar afectada por daños mecánicos producto de las tareas de volteo y arrastre de fustes. Se considera que el registro de daños mecánicos sobre la estructura remanente podría ser información relevante para evaluar las prácticas de cosecha. A través de los resultados preliminares de la presente tesis, se da continuidad con las mediciones de las parcelas establecidas como parte de una de las actividades de la Dirección General de Desarrollo Forestal. Asimismo, a través de las parcelas instaladas se participa en la Red Argentina de Parcelas Permanentes de Bosques Nativos (RAPP).

«« »»

CAPÍTULO V

REGENERACIÓN NATURAL Y SOTOBOSQUE

5.1 Introducción

Una nueva generación arbórea comienza con la regeneración natural, donde ésta se constituye como un proceso dinámico y concatenado, basado en la incorporación de nuevos individuos a medida que otros desaparecen (Harper, 1977; Shugart y Smith, 1992; Ramos, 2007; Cellini, 2010; Politi et al., 2021). La regeneración de los bosques naturales se establece y desarrolla a través de diferentes estrategias (ej. sexual o asexual) a lo largo de etapas que comprenden; a) la producción de semillas y, b) el establecimiento de la regeneración, dividido en dos fases; la dispersión y la germinación (Fredericksen et al., 2001; Cellini, 2010; Manso et al., 2013; Martínez Pastur et al., 2013a). La producción de semillas en *N. pumilio* ocurre en ciclos de alta y baja producción, siendo estos últimos cada 6 a 8 años (Schmidt et al., 1995; Cuevas 1999, 2000; Torres, 2012; Schlegel et al., 2022). La producción fluctúa entre 0,5 y 12,0 millones de semillas por hectárea (Schmidt, 1989), pero en años de mayor producción puede alcanzar los 15 millones de semillas por hectárea (Schmidt et al., 1997) y excepcionalmente hasta 50 millones de semillas por hectárea (Cuevas, 2000). Estos pulsos de máxima producción de semillas son conocidos como “semillazón” o “masting” y definida como la producción sincronizada e intermitente de semillas en poblaciones de especies longevas (Janzen, 1971; Cellini, 2010; Gowda, 2014; Guichón et al., 2014). La fase de dispersión determina el rango de distancia en los cuales podría reclutar un individuo desde la planta madre hasta un sitio definitivo (Cárdenas, 2013; Amodeo, 2014; Guimarães, 2016). Se expresa en la medida que exista una concordancia espacial entre la sombra de semillas (distribución de las semillas en forma más o menos homogénea en el suelo a partir del individuo productor de las mismas) y un hábitat favorable para el desarrollo de un nuevo individuo (Cellini, 2010; Landesmann, 2016; Miranda et al., 2016; Miguel, 2018). En bosques templados la dispersión anemócora es la forma preponderante de esparcimiento de semillas (Nathan et al., 2000; Tercero Bucardo y Rovere, 2010; Rovere y Chalcoff, 2010). Estas especies son en general pioneras y llegan a ocupar sitios abiertos o alterados (Donoso, 1993; Perea García-Calvo, 2011; Molares y Rovere, 2014; Salinas y Caballé, 2020). En la fase de germinación, las semillas de *N. pumilio* que llegan al suelo forestal permanecen solo durante un invierno para germinar en la primavera inmediata (Rocuant, 1984; Varela y Arana, 2011). De esta manera, no existe la formación de un banco de semillas

permanente (Cuevas y Arroyo, 1999; Cavallero et al., 2014). Bajo determinadas condiciones de luz y agua se produce la germinación y el establecimiento en un banco de plántulas (Varela et al., 2006; Sandoval et al., 2014; Rusch y Varela, 2019). El cual se renueva periódicamente en función a las semillazones y de los eventos climáticos (Martínez Pastur et al., 2004a, 2017).

La presencia de un banco de plántulas en el bosque primario puede compensar la ausencia de un banco de semillas, formando cohortes de plantas de 10 cm de altura promedio (Cuevas y Arroyo, 1999; Dezzotti et al., 2016; Schlegel et al., 2022). Las plántulas de *N. pumilio* usualmente sobreviven bajo alta cobertura entre 10 a 15 años (Martínez Pastur et al., 2012, 2017) y crecen lentamente por largos períodos de tiempo formando parte del sotobosque (Lencinas et al., 2007; Gowda y Kitzberger, 2013; Frangi et al., 2015). En dichas etapas se combinan competencias inter e intra-específicas, y donde la disponibilidad de recursos (ej. agua, nutrientes o luz), el clima y la herbivoría representan las principales limitantes que modelan las estructuras forestales resultantes (Soler Esteban et al. 2012, Martínez Pastur et al. 2013a, 2017). En relación a los factores abióticos a meso y macro-escala, la variación espacial en la disponibilidad de agua, las propiedades físicas del suelo y características topográficas pueden afectar la densidad de la regeneración (Veblen et al., 2004; Miranda et al., 2016). Así también dicho reclutamiento puede verse impedido por las condiciones ventosas y desecantes de los grandes espacios abiertos (Frangi et al., 2004) y por inundación debido a castoreras (Martínez Pastur et al., 2006; Toro Manríquez, 2014; Graells et al., 2015; Toro Manríquez et al., 2018). Entre los factores bióticos que inciden en el proceso de la regeneración natural se encuentran la predación de flores, frutos y semillas (ej. aves, insectos, ratones) y el ramoneo por parte de grandes herbívoros (ej. guanacos, ganado doméstico y bagual) (Skrt et al., 1997; Collado et al., 2008; Martínez Pastur et al., 1999b, 2013a, 2016a, 2017; Collado y Bava, 2020). Las plantas del género *Nothofagus* son las más consumidas dentro de las especies arbóreas (Raedeke, 1982; Bonino y Pelliza Sbriller, 1991; Muñoz 2008; Soler Esteban et al. 2011, 2013). La competencia inter específica entre *N. pumilio* y la cobertura de vegetación herbácea podría dificultar el normal establecimiento de la regeneración natural (Rusch, 1992; Heinemann y Kitzberger, 2006; Collado et al., 2008). En Figura 5.1 se ejemplifican situaciones de daños en la regeneración natural en bosques primarios de *N. pumilio* destinados a la producción forestal por factores bióticos (herbivoría) y abióticos (sequedad del ambiente).



Figura 5.1. Daños sobre la regeneración natural bajo cobertura de un bosque primario. A) Daños bióticos mecánicos por herbivoría. B) Daños abióticos por sequedad del suelo y el ambiente. Los círculos en blanco indican los daños mencionados. Evaluación Plan de Manejo Forestal Estancia Pirinaica, zona norte.

El sotobosque es la cubierta del bosque que crece bajo el dosel arbóreo, es en general ralo, con pocas arbustivas y abundantes herbáceas, briófitas y hongos (Roig et al., 1985; Oliver y Larson, 1996; Lencinas et al., 2003). Diversos estudios (Moore, 1983; Roig et al., 1985; Christensen y Emborg, 1996; Liu et al., 1998; Wigley y Roberts, 1997) indican que el sotobosque en los bosques de *N. pumilio* es pobre en especies de plantas vasculares, hongos y briófitas. Por ejemplo, se citan 26 especies según Damascos y Rapaport (2002) y Gallo et al. (2013); 28 especies según Pérez Flores et al. (2019); 31 especies según Lencinas et al. (2011); 32 especies según Silva et al. (2017); 33 especies según Fernández et al. (1998). Dicha cantidad es inferior

comparado con la cantidad de especies del sotobosque en otros bosques templados del mundo, donde crecen alrededor de 45 a 69 especies en latitudes similares en el Hemisferio Norte (Warner y Harper, 1972; Quinby, 2000). En la Figura 5.2 se ejemplifican algunas de las especies del sotobosque acompañantes de la regeneración natural en bosques primarios de lenga antes de la cosecha.



Figura 5.2. Banco de plántulas acompañada de sotobosque bajo cobertura de un bosque primario, *N. pumilio* con (A) *Austroblechnum penna-marina* (Poir.) Gasper & V.A.D. Dittrich (helecho), y junto a (B) *Codonorchis lessonii* (Brongn.) Lindl. (orquídea). Evaluación Plan de Manejo Forestal Estancia Campo Chico, zona este.

El sotobosque constituye un hábitat de organismos y microorganismos, provee alimento a las comunidades de fauna, regulan diversos procesos físicos como la intensidad de la radiación

solar, la intercepción de las precipitaciones, la exposición al viento y se desarrollan distintos procesos ecológicos entre ellos, la dinámica de la regeneración natural de *N. pumilio* (Antos, 2004; Hart y Chen, 2006; Ellum, 2009). El sotobosque reacciona frente a cambios en la estructura del dosel al permitir el ingreso de luz y el agua de la precipitación (Richter y Frangi, 1992; Gallo 2015; Martínez Pastur et al., 2017; Rusch y Varela, 2019). Los cambios en la cobertura forestal pueden ser por disturbios naturales (ej. incendios localizados, avalanchas, deslizamientos o volteos por vientos fuertes) o por disturbios artificiales como la cosecha forestal (Frangi et al., 2004; Cellini, 2010; Rojas Ponce et al., 2016; Rusch y Varela, 2019). Todo aprovechamiento forestal provoca cambios importantes en la composición y la dinámica del bosque (Christensen y Emborg, 1996; Wigley y Roberts, 1997; Liu et al., 1998). Dicha actividad influye sobre la cobertura y la estructura del sotobosque (Quinteros et al., 2010) y su diversidad (Martínez Pastur et al., 2002a). La cosecha pueden tener tres grandes efectos: (i) modificación del microclima a nivel de suelo (Caldentey et al., 1998ab; 2001; Otero et al., 1998). Es causada por los cambios en la disponibilidad hídrica y lumínica ambiental, siendo los factores más críticos para el crecimiento de las plantas (Lencinas et al., 2007; Varela, 2010; Nacif et al., 2016). Ello genera un aumento de la temperatura del suelo, una mayor precipitación efectiva e intensidad lumínica y disminución en la humedad relativa en sectores aprovechados (Cellini, 2010; Promis et al., 2010; Toro Manríquez et al., 2018). En estas condiciones las semillas quedan expuestas a bajas temperaturas durante su estratificación y puede afectar a la viabilidad del simiente (Varela y Arana, 2011; Schinelli Casares, 2012; Torres, 2012). También, el banco de plántulas queda expuesta a bajas y/o altas temperaturas que eventualmente, generan la muerte de la biomasa aérea (daños por heladas o desecamiento) (Martínez Pastur et al., 2013a, 2017). (ii) Durante las tareas de arrastre de rollizos con maquinaria pesada se producen daños físicos al suelo y al sotobosque (Vatasan, 1983; Schmidt et al., 1992). En algunos casos, puede producirse hasta la eliminación de especies nativas y la introducción de especies exóticas (Fernández et al., 1998; Collado et al., 2008; Rusch et al., 2015; Peri et al., 2021a). Por lo tanto, dicho impacto influye en la dinámica de la regeneración natural (Amoroso et al., 2018; Martínez Pastur et al., 2017; Pérez Flores et al., 2019). Esta regeneración afectada es aquella establecida en el bosque antes de la cosecha y, se denomina “preinstalada” o “precosecha” (Martínez Pastur et al. 1999a, 2017; González, 1995; López Bernal et al., 2003; Cellini, 2010; Cellini et al., 2017; Paredes et al., 2020). Por estas causas se pueden producir pérdidas del 41,2 al 65,1 % de la densidad de la regeneración preinstalada (González, 1995; Martínez Pastur et al., 1999a). (iii) La alteración de las características químicas del suelo afectan principalmente a la disponibilidad de nitrógeno, intercambio gaseoso y las tasas de descomposición entre otros (Barg y Edmonds,

1999; Moretto et al., 2004; Martínez Pastur et al., 2007b; Bahamonde et al., 2015). Las alteraciones sobre las comunidades microbianas del suelo afectan a las especies nativas del sotobosque y a la regeneración natural de *Nothofagus* (Ducid et al., 2005; Oro Castro, 2014; Marquet et al., 2019). Finalmente y no de menor importancia, la biodiversidad en general queda directamente relacionada a los patrones de disturbio recibidos (Elliot y Swank, 1994; Lusk, 1996). Tal como cambios en la diversidad de insectos (Spagarino et al., 2001), aves (Venegas y Schlatter, 1999; Deferrari et al., 2001; Lencinas et al., 2005; Vergara y Schlatter, 2006) y en los aportes y tasas de descomposición e incorporación de residuos de hojarasca al piso de los bosques (Caldentey et al., 2001).

De esta manera, en los bosques puros de *N. pumilio* con disturbios por la cosecha forestal se inicia la instalación de una nueva cohorte de regeneración natural que se denomina “postinstalada” o “postcosecha” complementaria con la regeneración “preinstalada” sobreviviente (Martínez Pastur et al., 2004b, 2017; Cellini, 2010; Paredes et al., 2020). Los tratamientos silvícolas implementados en el territorio tienen como principio emular la dinámica natural de los bosques, a fin de continuar las funciones de protección de los numerosos servicios ecosistémicos y con el objetivo principal de mantener un dosel arbóreo de protección sobre la regeneración natural (Lencinas et al., 2011; Martínez Pastur et al., 1999ab, 2011a, 2013b, 2017; Soler Esteban et al., 2015; Cordella, 2017; Salinas et al., 2019; Salinas, 2021; Amoroso et al., 2021) (Ver Apartado 1.2). Sin embargo, la actividad forestal local continua planteando interrogantes sobre el desarrollo de la regeneración en los bosques de producción de *N. pumilio*. Históricamente la autoridad de aplicación de la normativa forestal provincial (Ley N° 145/94) ha requerido estudios sobre la cantidad y calidad de la regeneración en los inventarios forestales evaluar la factibilidad de uso del bosque (Chauchard, 1988; González Peñalba et al., 1994; Chauchard et al., 1998). Asimismo, los resultados de monitoreos a largo plazo en bosques cosechados en la Isla de Tierra del Fuego evidenciaron que la ausencia de regeneración en el bosque primario antes de la cosecha no constituye una limitante para la regeneración del bosque (Rosenfeld et al., 2006; Martínez Pastur et al., 2017). Al mismo tiempo, en las áreas de aprovechamiento forestal se cuestiona la capacidad de respuesta regenerativa ante la herbivoría (Rusch, 1992; Martínez Pastur et al., 1999b; Bava et al., 2005; Collado et al., 2008; Collado y Bava, 2020). También surgen interrogantes en relación a la aclimatación de la regeneración a las características del suelo, variables de contexto espacial (ej. exposición, pendiente y altitud) y a la radiación solar (Anderson et al., 2006b). Finalmente, se presuponen distintas respuestas de la regeneración a la competencia con otras especies del sotobosque (Heinemann y Kitzberger, 2006; Lencinas et al., 2007; Cellini, 2010), ya que las mismas pueden actuar como facilitadoras

para el establecimiento de la regeneración natural o actuar como competidoras (Heinemann y Kitzberger, 2006; Laclau y Rusch, 2018). Dado que los bosques de producción de *N. pumilio* en Tierra del Fuego se regeneran a través de su propia dinámica natural, ello determina que la regeneración natural conforme la principal variable responsable del éxito o fracaso de los objetivos del manejo forestal (Martínez Pastur et al., 2013ab, 2014).

5.2 Objetivos

- Caracterizar los grupos funcionales acompañantes de la regeneración natural y que conforman el sotobosque del bosque cosechado.
- Determinar la dominancia de la regeneración en función a su establecimiento antes de la cosecha (preinstalada) y luego de la cosecha (postinstalada).
- Determinar la respuesta de la regeneración natural a las intervenciones de cosecha realizadas mediante la estructura de estratos de alturas, crecimiento y calidad de las plantas.
- Modelar las métricas de la regeneración en función de la estructura forestal, de las variables abióticas, bióticas y gradientes ambientales.

5.3 Materiales y métodos

5.3.1 Registro de variables para grupos funcionales

En cada parcela de estructura forestal (Ver Apartado 2.3.1) se establecieron transectas de 50,0 m de longitud desde el punto inicial al punto final de cada parcela (Figura 5.3). Cada 2,0 m se registro de manera puntual una de las posibles existencias: suelo desnudo, hojarasca, piedras, bostas de grandes herbívoros, residuos leñosos (los residuos grandes tuvieron un diámetro > 25,0 cm, los residuos medios comprendieron entre 5,0 a 25,0 cm de diámetro y los residuos finos fueron < 5,0 cm de diámetro), árboles vivos y muertos en pie. Otras posibles existencias en cada punto fueron los grupos vegetacionales de acuerdo a la clasificación propuesta por Moore (1983) y Correa (1969-1998): regeneración de *N. pumilio*, arbustos (plantas leñosas no mayores de 1,5 metros, sin un tronco principal y con ramificaciones desde la base), hierbas erectas (aquellas con tallos que se elevan sobre el sustrato desde su base), hierbas postradas (aquellas con tallos que se apoyan sobre el suelo forestal), gramíneas cespitosas (plantas con aspecto de cojín ramificado originado en la base), gramíneas rizomatosas (aquellas con un tallo subterráneo), helechos (plantas herbáceas menores, de frondes lanceolados y provistos de una nervadura abundante y unidos entre sí por la base), briofitas (plantas provistas de unas

estructuras parecidas a tallos, hojas y raíces, pequeñas y por lo general, ubicados en ambientes húmedos).



Figura 5.3. Eje central de parcela de muestreo identificada por cinta métrica (CM) de 50,0 m, cada 2,0 m de la cinta se realizó el registro (Med) por puntos sobre grupo funcional.

Una vez registrados los datos en terreno, la vegetación del sotobosque se clasificaron según grupos taxonómicos en dicotiledóneas, monocotiledóneas y plantas inferiores, con la salvedad de que la regeneración natural de *N. pumilio* de menos de 1,30 m de altura se analizó por separado de otras dicotiledóneas.

5.3.2 Registro de variables para regeneración natural

En cada extremo de las parcelas indicadas en el Apartado 2.3.1, se establecieron sub-parcelas de superficie variable para el registro de la regeneración de *N. pumilio* de acuerdo a Martínez Pastur et al. (2017). Cada sub-parcela se identificó por la ubicación de la estaca de identificación en el punto inicial (i) o final (f) y la orientación geográfica de cada transecta (norte, este, sur y oeste). Cada sub-parcela se oriento desde cada estaca al interior de la parcela de estructura forestal. El centro correspondió al eje central de la parcela de estructura y partir de allí se contabilizaron las plantas ubicadas tanto a la derecha como a la izquierda del eje central (Figura 5.4).

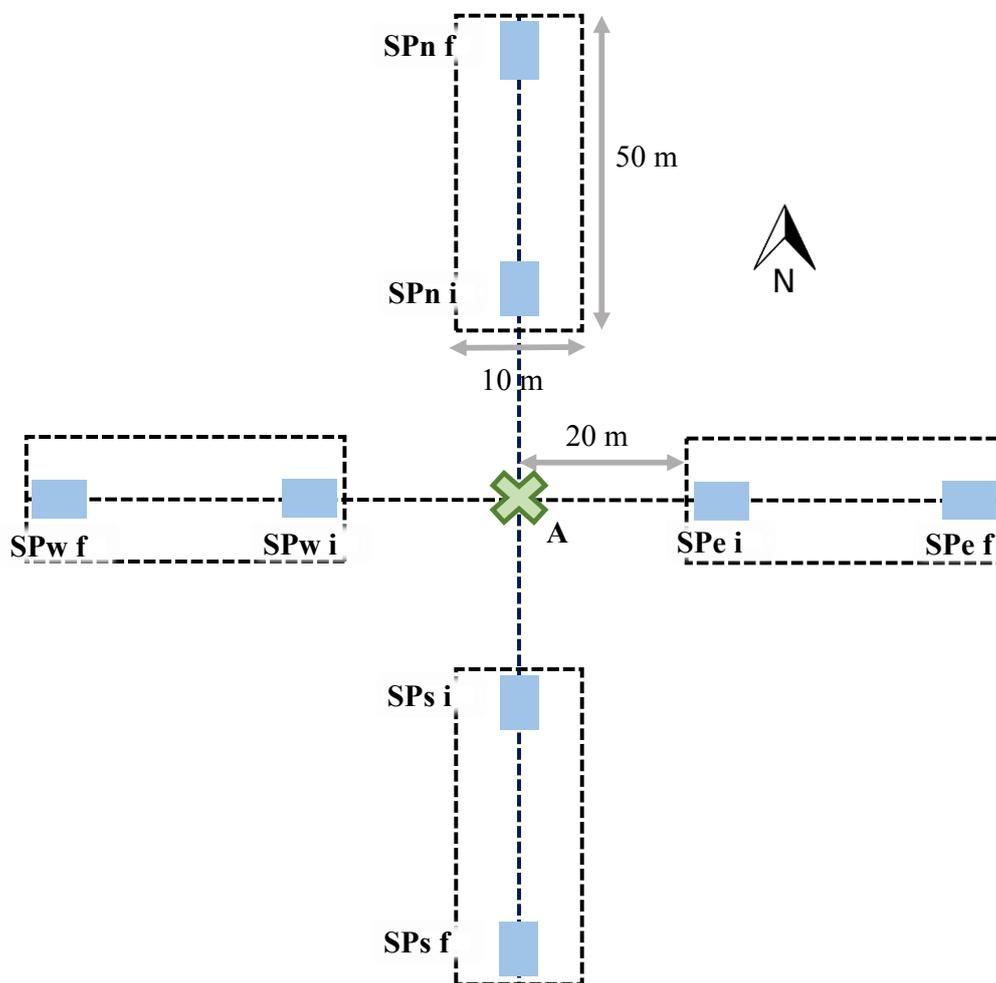


Figura 5.4. Diseño experimental: A, punto central o centroide; SPn i, subparcela norte inicial; SPn f, subparcela norte final; SPe i, subparcela este inicial; SPe f, subparcela este final; SPs i, subparcela sur inicial; SPs f, subparcela sur final; SPw i, subparcela oeste inicial; SPw f, subparcela oeste final.

En las áreas cosechadas se diferenciaron dos tipos de regeneración: (1) plantas existentes con anterioridad a la cosecha forestal, denominadas plantas preinstaladas o precosecha y, (2)

aquellos bancos de plántulas que se instalaron después del aprovechamiento, denominadas plantas postinstaladas o postcosecha. Para diferenciar ambos tipos de regeneración por un lado, se contaron con antecedentes del año de cosecha de los rodales provisto por la base de datos de la Dirección General de Desarrollo Forestal. También se determinó la edad de las plantas con el conteo de los mucrones que dejan las yemas en el tallo de las plántulas (Martínez Pastur et al., 2017). Dicha metodología es una herramienta de gran precisión hasta los 15 a 20 años de edad de las plantas (Skrut et al., 1997; Cuevas, 2000). Las variables registradas para ambos tipos de regeneración fueron: cantidad de plantas a través del conteo de un mínimo de 7 plantas en una superficie variable (en cada sub-parcela de registró el largo y ancho); altura total (A) entendida como la longitud existente entre la base y el brote apical dominante vivo extendiendo la planta (Martínez Pastur et al., 2017); los daños bióticos (DB) correspondieron a los daños por ramoneo (Ram) cuando se observó pérdida de biomasa aérea producida por cortes o remoción y, daños abióticos debidos a daños por heladas o desecamiento (DHD) cuando se observó la muerte de la parte de la biomasa aérea sin presencia de corte o remoción (Martínez Pastur et al., 2016a, 2017); medición de crecimiento de los tres últimos períodos y, calidad buena (CAL) de cada planta, en virtud a las características de sanidad del tallo y hojas.

Tanto la regeneración natural de *N. pumilio* como el sotobosque fueron analizados en relación a una escala temporal, considerando una cronosecuencia Post+5 (5 años después de la cosecha forestal) y Post+10 (10 años después de la cosecha). También se realizó un análisis de la regeneración natural de acuerdo a la escala territorial en zonas geográficas de actividad forestal en la provincia. Finalmente, se realizó una regresión múltiple de las variables de la regeneración natural en función a las variables bióticas, abióticas y climáticas. Los datos fueron procesados a través del software Statgraphics (Statistical Graphics Corp., EE.UU.) y analizados mediante ANOVA de un factor o múltiples factores considerando una probabilidad del $p = 0,05$, donde las diferencias entre medias se compararon mediante el test de Tukey ($p < 0,05$).

5.4 Resultados

5.4.1 Sotobosque

Escala temporal. Si bien no se presentaron diferencias estadísticamente significativas en dicha escala de análisis, se presentaron similitudes en cuanto a la abundancia de las variables estudiadas en ambos períodos. La cubierta del suelo forestal presentó mayor ocupación por la vegetación (53,0 %), seguido por los residuos leñosos (30,0 a 36,0 %) y suelo desnudo (10,0 a 15,0 %). El grupo taxonómico dominante de la cubierta vegetal correspondió a las dicotiledóneas (42,0 y 43,0 %), en menor representatividad estuvieron las monocotiledóneas

(6,0 y 9,0 %), briófitas (1,7 y 3,8 %) y helechos (0,2 %). La regeneración natural de *N. pumilio* fue el grupo vegetacional con mayor presencia en las áreas estudiadas (24,1 y 30,8 %), en segundo lugar resultaron las hierbas erectas (6,6 y 11,8%) y postradas (4,6 y 7,0 %), finalmente las gramíneas cespitosas (5,4% y 5,7 %) y rizomatosas (0,6% y 3,6 %). Tabla 5.1.

Tabla 5.1 Análisis de varianza de la cubierta del suelo forestal, grupos taxonómicos y vegetacionales en relación al tiempo transcurrido luego del aprovechamiento forestal (Período), luego de 10 años de realizada la cosecha (Post+10) y luego de 5 años (Post+5). Cubierta vegetal total (VT), suelo desnudo (SD), bosteos (B), árboles muertos en pie o vivos (A), residuos leñosos (RL), regeneración de *N. pumilio* (R), dicotiledóneas (D), monocotiledóneas (M), helechos (H); briofitas (BR), arbustos (AR), hierbas erectas (HE), hierbas postradas (HP), gramíneas cespitosas (GC), gramíneas rizomatosas (GR). Todos los valores en unidades porcentuales (%).

Período	CUBIERTA DEL SUELO				
	VT	SD	B	A	RL
Post+10	53,3	15,1	0,7	0,0	30,9
Post+5	53,2	10,1	0,0	0,1	36,6
<i>F(p)</i>	0,00(0,9789)	3,5(0,0657)	3,18(0,0788)	1,00(0,3208)	2,83(0,0970)

Período	GRUPOS TAXONOMICOS			
	D	M	H	BR
Post+10	42,4	9	0,2	1,7
Post+5	43,0	6	0,2	3,8
<i>F(p)</i>	0,1(0,9032)	2,25(0,1378)	0,00(1,000)	1,64(0,2052)

Período	GRUPOS VEGETACIONALES				
	R	HE	HP	GC	GR
Post+10	30,8	6,6	4,6	5,4	3,6
Post+5	24,1	11,8	7,0	5,7	0,6
<i>F(p)</i>	1,79(0,1858)	6,97(0,0102)	1,45(0,2330)	0,02(0,8985)	6,70(0,0117)

F = test de Fisher, (p) = probabilidad. Letras diferentes indican diferencias significativas mediante el test de Tukey a 0,05.

Escala territorial. La cubierta vegetal total fue mayor en la zona este (59,2 %) > zona sur (55,2 %) > zona norte (45,5 %) (F=4,13, p=0,0198). La ocupación por residuos leñosos fue mayor en la zona norte (41,2 %) y con diferencias estadísticamente significativas en relación a las restantes zonas (31,3 y 28,7 %) (F=5,61, p=0,0055). La existencia de suelo desnudo fue similar en las tres zonas de cosecha (11,3 a 13,0 %). En relación a los grupos taxonómicos, las monocotiledóneas tuvieron menor abundancia en la zona sur (4,0 %) con diferencias estadísticamente significativas en relación con las restantes zonas (9,3 y 9,5 %) (F=4,07,

p=0,0214). La abundancia de briófitas en la zona sur (5,5 %) resulto mayor a la zona este (2,7 %) y sur (0,0 %) (F=3,98, p=0,0232). En los grupos vegetacionales, la regeneración natural de *N. pumilio*, resultó con mayor abundancia en la zona sur (36,3 %) > zona este (28,3 %) > zona norte (17,7 %) (F=5,19, p=0,0079); las hierbas erectas se presentaron con mayor abundancia en la zona norte (11,2 %) > zona este (10,3 %) > zona sur (6,0 %) (F=2,52, p=0,0877); las gramíneas cespitosas fueron mas abundantes en la zona norte (8,3 %) > zona este (4,7 %) > zona sur (3,7 %) (F=2,85, p=0,0645). Las gramíneas rizomatosas fueron mas abundantes en la zona este (4,8 %) > zona norte (1,0 %) > zona sur (0,3 %) (F=6,21, p=0,0033). Tabla 5.2.

Tabla 5.2 Análisis de varianza de la cubierta del suelo forestal, grupos taxonómicos y vegetacionales en relación a las zonas de cosecha forestal (ZC) norte, este y sur en el territorio provincial. Cubierta vegetal total (VT), suelo desnudo o cubierta sin vegetación (SD), bosteos (B), árboles muertos e pie o vivos (A), residuos leñosos (RL), regeneración de *N. pumilio* (R), dicotiledóneas (D), monocotiledóneas (M), helechos (H); briofitas (BR), arbustos (AR), hierbas erectas (HE), hierbas postradas (HP), gramíneas cespitosas (GC), gramíneas rizomatosas (GR). Todos los valores en unidades porcentuales (%).

ZONAS	CUBIERTA DEL SUELO				
	VT	SD	B	A	RL
Norte	45,5a	13,0	0,3	0,0	41,2a
Este	59,2b	11,3	0,7	0,2	28,7b
Sur	55,2ab	13,5	0,0	0,0	31,3b
<i>F(p)</i>	4,16(0,0198)	0,23(0,7977)	1,03(0,3625)	1,00(0,3731)	5,61(0,0055)

ZONAS	GRUPOS TAXONOMICOS			
	D	M	H	BR
Norte	36,2	9,3a	0,0	0,0a
Este	46,7	9,5a	0,3	2,7ab
Sur	45,3	4,0b	0,3	5,5b
<i>F(p)</i>	2,21(0,1179)	4,07(0,0214)	1,05(0,3570)	3,98(0,0232)

ZONAS	GRUPOS VEGETACIONALES				
	R	HE	HP	GC	GR
Norte	17,7a	11,2a	7,3	8,3a	1,0a
Este	28,3ab	10,3ab	7,0	4,7ab	4,8b
Sur	36,3b	6,0b	3,0	3,7b	0,3a
<i>F(p)</i>	5,19(0,0079)	2,52(0,0877)	1,91(0,1551)	2,85(0,0645)	6,21(0,0033)

F = test de Fisher, (p) = probabilidad. Letras diferentes indican diferencias significativas mediante el test de Tukey a 0,05.

En la Figura 5.5 se presentan constataciones sobre las diferentes situaciones de sotobosque acompañante de la regeneración natural de *N. pumilio*. En (A) y (B) se presenta la aparente

estado de dominancia de la cobertura herbácea y arbustiva sobre la regeneración natural. En (C) se presenta la dominancia de la regeneración natural sobre otras especies del sotobosque.

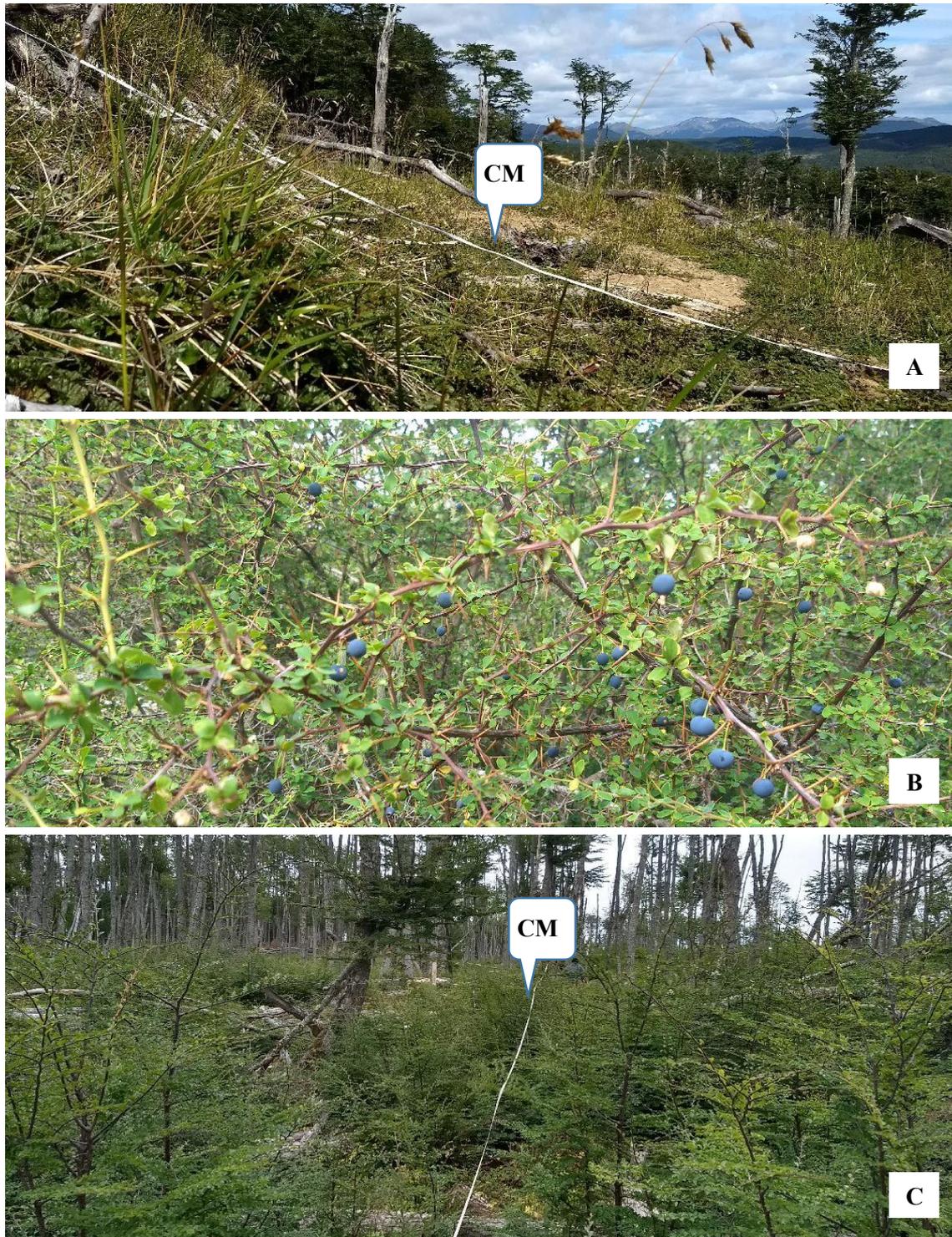


Figura 5.5. Constataciones generales del sotobosque acompañante de la regeneración natural de *N. pumilio* en diversos sitios del territorio. A) *Luzula alopecurus* Desv.; B) *Berberis buxifolia* Lam.; C) dominancia de *N. pumilio*. CM = cinta métrica como eje de parcela rectangular de muestreo.

5.4.2 Regeneración natural

5.4.2.1 Escala temporal

La estructura de la regeneración natural se caracterizó a través de la densidad, altura, crecimiento y existencia de daños bióticos y abióticos luego de 5 y 10 años de realizada la cosecha forestal. La densidad disminuyó de 276,7 miles plantas ha⁻¹ durante el periodo Post+5, 122 miles plantas ha⁻¹ luego de 10 años de la cosecha (F=6,19, p=0,0153). La altura media fue de 38,3 cm durante el período Post+5 y de 87,5 cm en el período Post+10 (F=22,30, p=0,0000). La tasa de crecimiento resultó en 7,9 cm año⁻¹ y 12,8 cm año⁻¹ respectivamente (F=11,58, p=0,0011). Los daños sobre la regeneración se intensificaron del período Post +5 al Post+10; los daños abióticos fueron del 3,0 al 10,6 % (F=5,44, p=0,0225) y los daños bióticos del 13,7 al 31,1 % (F=5,30, p=0,0243) respectivamente (Tabla 5.3). La regeneración preinstalada resultó del 49,9 % (138,2 miles plantas ha⁻¹) para el período Post+5 y del 40,2 % (49 miles plantas ha⁻¹) para el período Post+10 (F=6,25, p=0,0148). La regeneración postinstalada fue del 50,1 % (138,5 miles plantas ha⁻¹) para el período Post+5 y del 59,8 % (73 miles plantas ha⁻¹). (Tabla 5.4 y Figura 5.6). La estructura de edades se clasificó en tres estratos de acuerdo a la altura del banco de plantas: (i) estrato menor a 0,20 m de altura (est <0,2), (ii) estrato entre 0,2 a 0,5 m de altura (est 0,2-0,5) y, (iii) el estrato superior a 0,5 m de altura (est >0,5). El estrato menor a 0,20 m de altura durante el Post+5 representó el 49,1 % (135,9 miles plantas ha⁻¹) mayor a la abundancia del 28,6 % (34,9 miles plantas ha⁻¹) para el período Post+10 (F=7,00, p=0,0101). El estrato medio entre 0,2-0,5 m de altura para el período Post+5 presentó una abundancia del 32,4 % (89,8 miles plantas ha⁻¹) mayor a la abundancia de plantas durante el Post+10, que fue del 27,7 % (33,8 miles plantas ha⁻¹) (F=4,33, p=0,0410). Tabla 5.5 y Figura 5.9.

Tabla 5.3 Análisis de varianza de la regeneración natural en la escala temporal a través del período de tiempo (Período) luego de realizada la cosecha forestal. Luego de cinco años de la cosecha forestal (Post+5); diez años luego de la cosecha forestal (Post+10); densidad en miles plantas ha⁻¹ (N); altura media en cm (A); daños abióticos en % (DA); daños bióticos en % (DB); tasa de crecimiento en cm año⁻¹ (TC).

Período	N	A	DA	DB	TC
Post+5	276,7a	38,3a	3,0a	13,7a	7,9a
Post+10	122,0b	87,5b	10,6b	31,1b	12,8b
<i>F(p)</i>	<i>6,19(0,0153)</i>	<i>22,30(0,0000)</i>	<i>5,44(0,0225)</i>	<i>5,30(0,0243)</i>	<i>11,58(0,0011)</i>

F = test de Fisher, (p) = probabilidad. Letras diferentes indican diferencias significativas mediante el test de Tukey a 0,05.

Tabla 5.4 Análisis de varianza de la regeneración preestablecida y postestablecida en la escala temporal de tiempo transcurrido luego de la cosecha forestal (Período). Cinco años luego de la cosecha forestal (Post+5); diez años luego de la cosecha forestal (Post+10); densidad de plantas preinstalada y postinstalada en miles plantas ha⁻¹ (N); relación porcentual (%).

Período	Reg. Preinstalada		Reg. Postinstalada	
	N	%	N	%
Post+5	138,2a	49,9	138,5	50,1
Post+10	49,0b	40,2	73,0	59,8
<i>F(p)</i>	6,25(0,0148)		3,26(0,0754)	

F = test de Fisher, (p) = probabilidad. Letras diferentes indican diferencias significativas mediante el test de Tukey a 0,05.

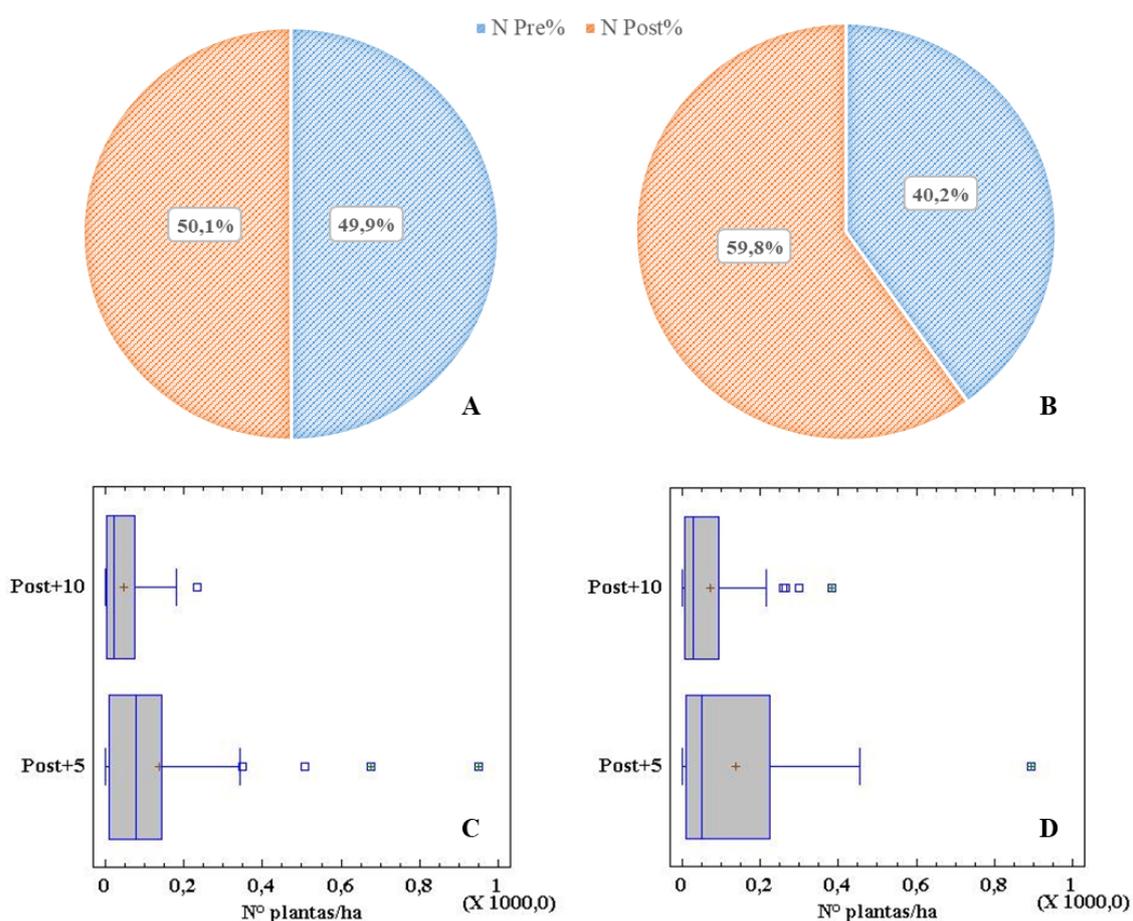


Figura 5.6. Grado de dominancia entre la regeneración preinstalada y postinstalada en la escala temporal. (A) y (B) Gráfico circular de porcentajes. (A) Período de 5 años después de la cosecha. (B) Período de 10 años después de la cosecha. (C) y (D) Gráfico de cajas y bigotes de número de densidad de plantas. (C) Densidad de regeneración natural preinstalada. (D) Densidad de regeneración natural postinstalada. Regeneración instalada antes de la cosecha (N Pre); regeneración instalada luego de la cosecha forestal (N Post); regeneración natural luego de cinco años de la cosecha (Post+5) y luego de 10 años (Post+10); densidad de regeneración (N° plantas/ha).

Tabla 5.5 Análisis de varianza de la estructura de la regeneración total en estratos de altura en la escala temporal luego de la cosecha forestal. Cinco años luego de la cosecha forestal (Post+5); diez años luego de la cosecha forestal (Post+10); estrato menor a 0,20 m de altura (est <0,2); estrato entre 0,2 a 0,5 m de altura (est 0,2-0,5); estrato superior a 0,5 m de altura (est >0,5); densidad de regeneración en miles plantas ha⁻¹ (N); relación porcentual (%).

Periodo	est <0,2		est 0,2-0,5		est >0,5	
	N	%	N	%	N	%
Post+5	135,9a	49,1	89,8a	32,4	51,2	18,5
Post+10	34,9b	28,6	33,8b	27,7	53,3	43,7
<i>F(p)</i>	<i>7,00(0,0101)</i>		<i>4,33(0,0410)</i>		<i>0,01(0,9054)</i>	

F = test de Fisher, (p) = probabilidad. Letras diferentes indican diferencias significativas mediante el test de Tukey a 0,05.

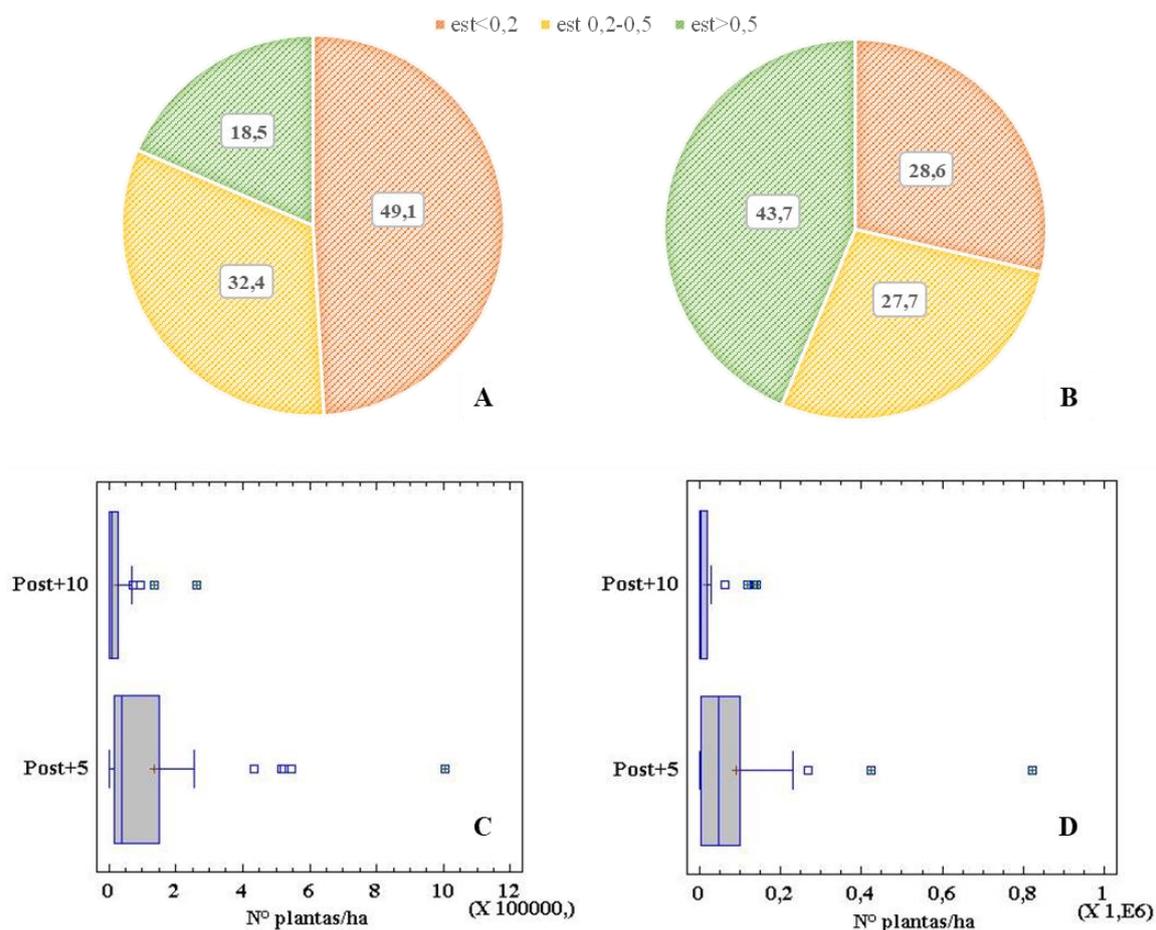


Figura 5.7. Estratos de la regeneración en la escala temporal. (A) y (B) Gráfico circular de porcentajes (A) Regeneración establecida transcurridos 5 años después de la cosecha (Post+5). (B) Regeneración establecida transcurridas 10 años después de la cosecha (Post+10). (C) y (D) Gráfico de cajas y bigotes de los estratos con diferencias significativas entre periodos. (C) Estrato menor a 0,20 m de altura (est <0,2). (D) Estrato de 0,2 a 0,5 m de altura (est 0,2-0,5).

5.4.2.2 Escala territorial

La estructura de la regeneración natural durante el primer quinquenio luego de la cosecha (Post+5) resultó con densidades mayores en la zona este (489,6 miles plantas ha⁻¹) > zona sur (219,7 miles plantas ha⁻¹) > zona norte (121,3 miles plantas ha⁻¹) (F=4,04, p=0,0270). Tanto la altura media (entre 0,3 a 0,5 m), tasa de crecimiento (entre 6,7 y 9,9 cm año⁻¹), daños abióticos (entre 0,3 a 6,7 %) y daños bióticos (entre 10,3 a 15,6 %) se presentaron sin diferencias estadísticamente significativas entre las zonas geográficas. La estructura de la dinámica Post+10 resultó con alturas de plantas con mayores valores en la zona sur (1,5 m) > zona este (0,8 m) > zona norte (0,4 m) (F=14,86, p=0,0000). Los daños bióticos fueron mayores en la zona norte (67,9 %) en relación a las zona este (25 %) y sur (0,6 %) (F=14,9, p=0,0000). La tasa de crecimiento resultó mayor en la zona este (16,6 cm) y sur (16,0 cm) en relación a la zona norte (5,5 cm) (F=14,01, p=0,0000). La densidad de plantas resultó entre 78,7 y 184,6 miles plantas ha⁻¹, los daños abióticos variaron entre un 4,4 al 17,5 % entre las distintas zonas (Tabla 5.6).

Tabla 5.6 Análisis de varianza de la regeneración natural en la escala territorial para el período correspondiente a cinco años luego de la cosecha forestal (Post+5) y diez años luego de la cosecha forestal (Post+10); densidad en miles plantas ha⁻¹(N); altura media en m (A); daños abióticos en % (DA); daños bióticos en % (DB); tasa de crecimiento en cm año⁻¹ (TC).

Período	Zonas	N	A	DA	DB	TC
Post+5	Este	489,6a	0,3	6,7	15,6	6,7
	Norte	121,3b	0,4	2,0	15,2	7,1
	Sur	219,7ab	0,5	0,3	10,3	9,9
	<i>F(p)</i>	<i>4,04(0,0270)</i>	<i>1,64(0,2087)</i>	<i>2,92(0,0682)</i>	<i>0,25(0,7800)</i>	<i>1,78(0,1839)</i>
Post+10	Este	78,7	0,8a	9,8	25,0a	16,6a
	Norte	102,6	0,4a	17,5	67,9b	5,5b
	Sur	184,6	1,5b	4,4	0,6a	16,0a
	<i>F(p)</i>	<i>3,26(0,0509)</i>	<i>14,86(0,000)</i>	<i>1,63(0,2112)</i>	<i>14,9(0,0000)</i>	<i>14,01(0,000)</i>

F = test de Fisher, (p) = probabilidad. Letras diferentes indican diferencias significativas mediante el test de Tukey a 0,05.

Durante el periodo Post+5 la regeneración preinstalada fue mayor en la zona este (297,1 miles plantas ha⁻¹) en relación a la zona sur (84,5 miles plantas ha⁻¹) y norte (33,4 miles plantas ha⁻¹) (F=7,51, p=0,0021). La regeneración postinstalada en el periodo Post+5 resultó entre 87,9 miles plantas ha⁻¹ y 192,5 miles plantas ha⁻¹. La dominancia de la regeneración preinstalada alcanza el 60,7 % en la zona este para el período Post+5. Para el periodo Post+10 la regeneración preinstalada fue mayor en la zona sur (83,4 miles plantas ha⁻¹) en relación a la zona norte (34,6 miles plantas ha⁻¹) y este (28,8 miles plantas ha⁻¹) (F=3,99, p=0,0280). La regeneración

postinstalada resultó entre 101,2 miles plantas ha⁻¹ y 49,9 miles plantas ha⁻¹. La dominancia de la regeneración preinstalada alcanza como máximo el 45,2 % en la zona sur (Tabla 5.7, Figuras 5.8 y 5.9).

Tabla 5.7 Análisis de varianza de la regeneración preinstalada y postinstalada en la escala territorial transcurridos cinco años luego de la cosecha forestal (Post+5) y diez años luego de la cosecha forestal (Post+10); densidad en miles plantas ha⁻¹(N); relación porcentual (%).

Período	Zonas	Reg. Preinstalada		Reg. Postinstalada	
		N	%	N	%
Post+5	Este	297,1a	60,7	192,5	39,3
	Norte	33,4b	27,5	87,9	72,5
	Sur	84,5b	38,5	135,2	61,5
	<i>F(p)</i>	<i>7,51(0,0021)</i>		<i>0,86(0,4325)</i>	
Post+10	Este	28,8a	36,5	49,9	63,5
	Norte	34,6a	33,8	68,0	66,2
	Sur	83,4b	45,2	101,2	54,8
	<i>F(p)</i>	<i>3,99(0,0280)</i>		<i>0,86(0,4310)</i>	

F = test de Fisher, (p) = probabilidad. Letras diferentes indican diferencias significativas mediante el test de Tukey a 0,05.

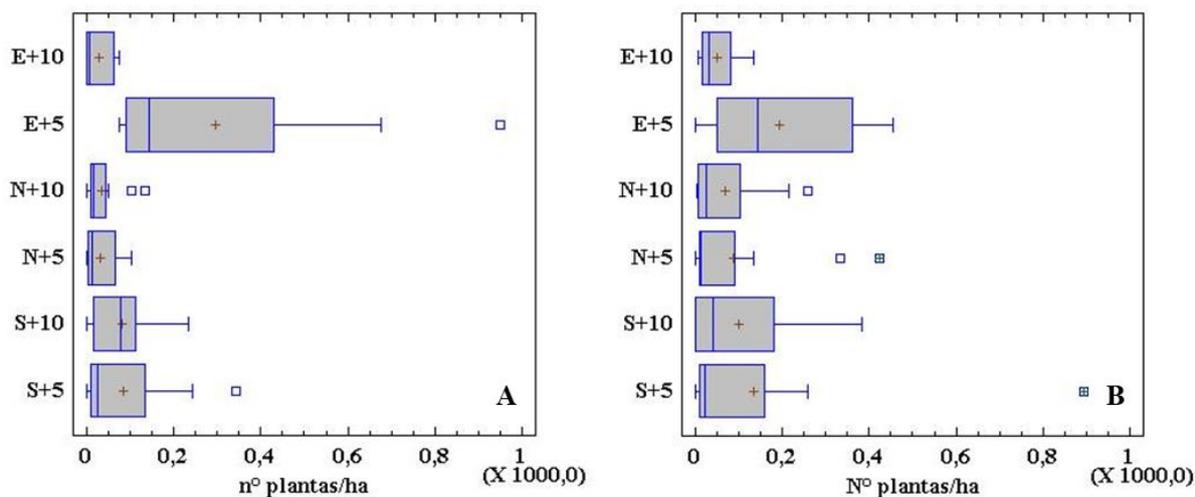


Figura 5.8. Gráfico de cajas y bigotes de la variabilidad de densidad de la regeneración por período luego de la cosecha y por zonas. (A) Regeneración Preinstalada. (B) Regeneración Postinstalada. Zona Este Periodo Post+5 (E+5); Zona Este Periodo Post+10 (E+10); Zona Norte Periodo Post+5 (N+5); Zona Norte Periodo Post+10 (N+10); Zona Sur Periodo Post+5 (S+5); Zona Sur Periodo Post+10 (S+10).

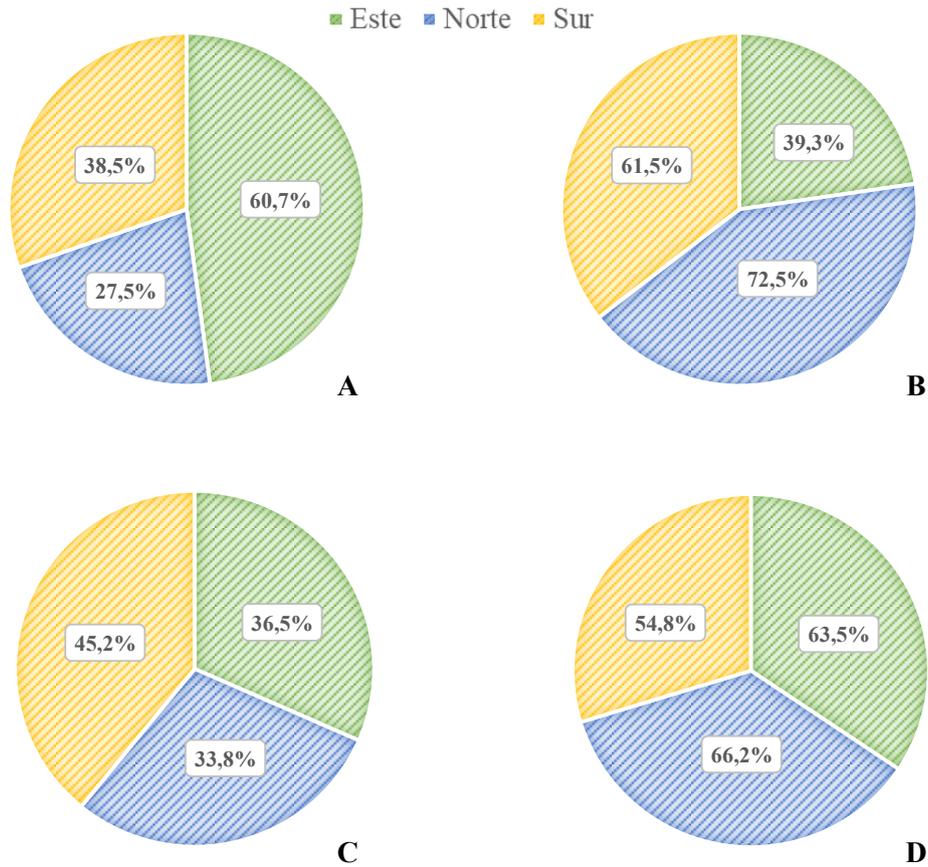


Figura 5.9. Gráfico circular de porcentajes de dominancia entre la regeneración preinstalada y postinstalada en la escala territorial. (A) Regeneración preinstalada transcurridos 5 años después de la cosecha. (B) Regeneración postinstalada transcurridos 5 años después de la cosecha. (C) Regeneración preinstalada transcurridos 10 años después de la cosecha. (D) Regeneración postinstalada transcurridos 10 años después de la cosecha.

Para el período correspondiente a cinco años luego de la cosecha, el estrato de plantas con alturas menores a 0,2 m en términos porcentuales resultó entre 43,1 y 58,4 %, el estrato con plantas mayores a 0,5 m resultó entre 17,6 y 22,2 % de abundancia. El estrato medio (est 0,2-0,5) presentó mayor abundancia en la zona este (192,6 miles plantas ha⁻¹) en relación a la zona sur (53,3 miles plantas ha⁻¹) y norte (23,5 miles plantas ha⁻¹) (F=4,96, p=0,0130). Para el período de 10 años luego de la cosecha, el estrato de plantas con alturas menores a 0,2 m resultó con abundancia entre el 17,9 y 34,3 %, el estrato medio de plantas entre 0,2 a 0,5 m resultó entre el 22,1 y 36,2 %. El estrato de plantas con alturas mayores a 0,5 m resultó con mayor abundancia en la zona sur (88,5 miles plantas ha⁻¹) en relación a la zona este (41,1 miles plantas ha⁻¹) y norte (30,2 miles plantas ha⁻¹) (F=4,81, p=0,0147). (Tabla 5.8, Figuras 5.10 y 5.11).

Tabla 5.8 Análisis de varianza de la estructura de la regeneración total en estratos de altura, considerando el tiempo transcurrido luego de la cosecha forestal. Cinco años luego de la cosecha forestal (Post+5); Diez años luego de la cosecha forestal (Post+10); estrato menor a 0,20 m de altura (est <0,2); estrato entre 0,2 a 0,5 m de altura (est 0,2-0,5); estrato superior a 0,5 m de altura (est >0,5); densidad de regeneración en miles plantas ha⁻¹ (N); relación porcentual (%).

Periodo	Zonas	est <0,2		est 0,2-0,5		est >0,5	
		N	%	N	%	N	%
Post+5	Este	210,9	43,1	192,6a	39,3	86,1	17,6
	Norte	70,8	58,4	23,5b	19,4	26,9	22,2
	Sur	126,0	57,3	53,3b	24,2	40,4	18,4
	<i>F(p)</i>	<i>1,30(0,2851)</i>		<i>4,96(0,0130)</i>		<i>1,43(0,2526)</i>	
Post+10	Este	14,0	17,9	23,5	29,9	41,1a	52,2
	Norte	35,2	34,3	37,2	36,2	30,2a	29,4
	Sur	55,4	30,0	40,8	22,1	88,5b	47,9
	<i>F(p)</i>	<i>0,87(0,4283)</i>		<i>0,52(0,5965)</i>		<i>4,81(0,0147)</i>	

F = test de Fisher, (p) = probabilidad. Letras diferentes indican diferencias significativas mediante el test de Tukey a 0,05.

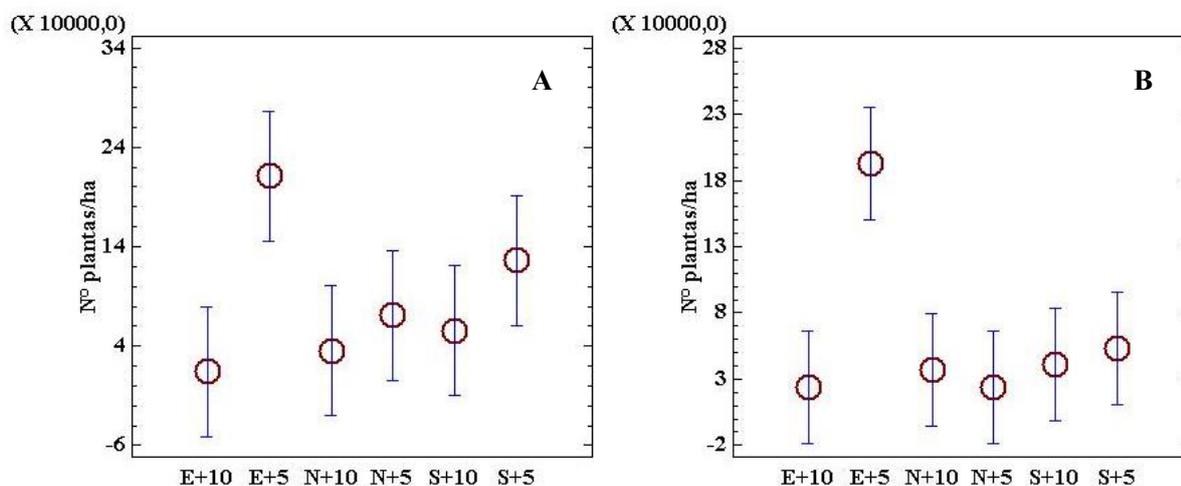


Figura 5.10. Gráfico de medias sobre la variabilidad de densidad de la regeneración según estratos de alturas por período luego de la cosecha y por zonas. (A) Estrato de plantas con alturas menores a 0,20 m (est<0,2). (B) Estrato de plantas con alturas medias entre 0,2 a 0,5 m (est 0,2 – 0,5). Zona Este Periodo Post+5 (E+5); Zona Este Periodo Post+10 (E+10); Zona Norte Periodo Post+5 (N+5); Zona Norte Periodo Post+10 (N+10); Zona Sur Periodo Post+5 (S+5); Zona Sur Periodo Post+10 (S+10).

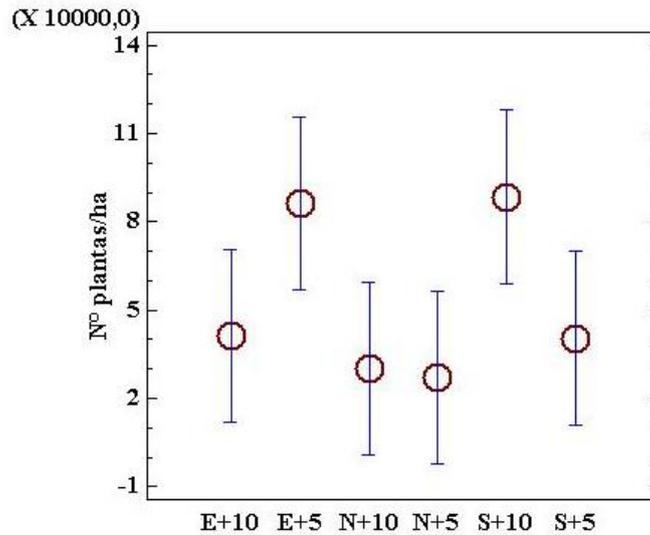


Figura 5.11. Gráfico de medias sobre la variabilidad de densidad de la regeneración para el estrato de plantas con alturas mayores a 0,5 m (est>0,5). Zona Este Periodo Post+5 (E+5); Zona Este Periodo Post+10 (E+10); Zona Norte Periodo Post+5 (N+5); Zona Norte Periodo Post+10 (N+10); Zona Sur Periodo Post+5 (S+5); Zona Sur Periodo Post+10 (S+10).

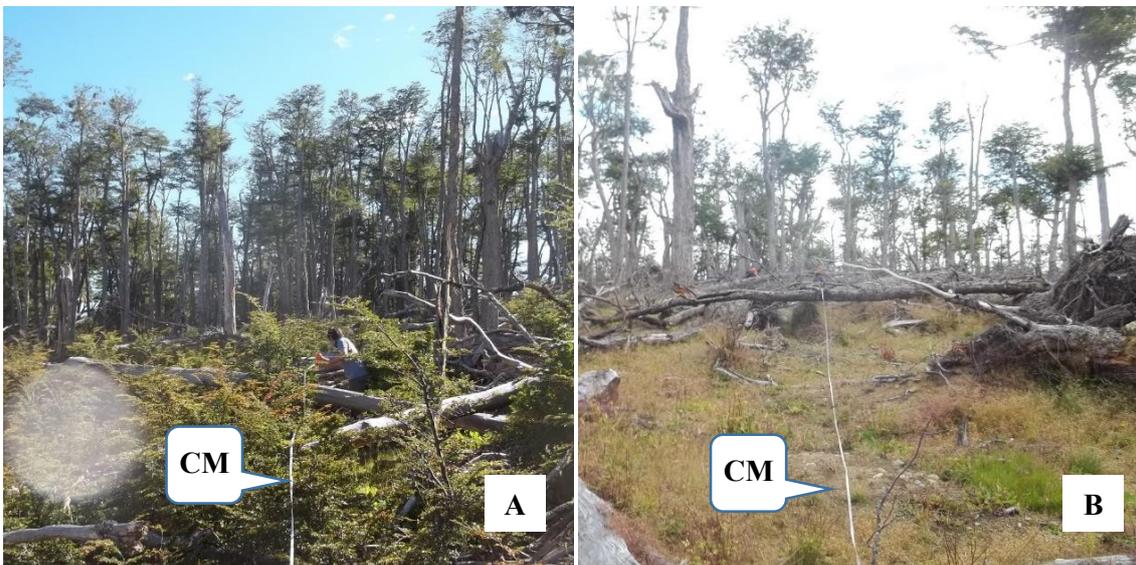


Figura 5.12. Aspecto general del estado de desarrollo de la regeneración natural áreas cosechas en bosques de *N. pumilio* en zona norte. (A) Estancia Ewan, parcela de muestreo y dominancia del estrato de regeneración mayor a 0,5 m durante el Post+10. (B) Lengua Patagonia, dominancia del estrato de regeneración menor a 0,2 m durante el Post+5. CM = cinta métrica eje de parcela de muestreo.

La medición de alturas y la clasificación por estratos de alturas de la regeneración resultó como información de ágil utilidad y representatividad sobre el estado de desarrollo de la misma.

Además, permitió diferenciar gráficamente el estado de desarrollo de la regeneración en dos períodos claves para la continuidad del manejo de los bosques (Figuras 5.12 y 5.13).



Figura 5.13. Medición de alturas de la regeneración natural con cinta métrica. (A) Regeneración con altura total de 100 cm en área de cosecha Post+10 en zona este. (B) Regeneración postinstalada en area de cosecha Post+5 en zona norte. (C) Regeneración con altura total de 70,0 cm en área de cosecha Post+5 en zona sur.

5.4.2.3 Relación de la regeneración natural en función a la estructura forestal, variables abióticas, bióticas y gradientes ambientales

A través de la regresión múltiple se relacionaron variables de la regeneración natural con variables que describieron la estructura superior del bosque, daños y variables ambientales. Se emplearon los valores que indicaron el desarrollo de la regeneración natural a través de la densidad total (N), altura promedio (A) y tasa de crecimiento anual (TC); las variables de calidad buena (CAL) y grado de deformación (DEF) se correspondieron con aquellas que indicaron el estado general de la planta. Dichas variables de la regeneración natural se relacionaron con variables que describieron la estructura forestal o superior: (a) área basal (AB) y cobertura de copas (CC) de la estructura actual; variables de daños (b) bióticos (DB) y abióticos (DA); variables relacionadas con gradientes ambientales correspondientes a calidad de sitio (CS), precipitación media anual (PMA), temperatura media anual (TMA) y elevación a nivel del mar (m.s.n.m.) (Tabla 5.9).

La densidad de plantas por unidad de superficie y la altura media del banco de plántulas se presentaron influenciadas por variables comunes, mayormente por los daños bióticos. En Figura 5.14 se presentaron los daños mas significativos sobre la regeneracion natural luego de la cosecha. Además de dichos daños, la densidad de plantas resultó condicionada a los gradientes ambientales de temperatura durante el período Post+10 y de precipitación durante período Post+5. La altura de las plantas se relacionó en ambos períodos luego de la cosecha con la temperatura media anual, durante el período post+5 la tercera variable correspondió a la cobertura de copas. La calidad buena de las plantas resultó relacionada con la precipitación anual, asimismo fue una variable cualitativa de fácil observación e interpretación en el territorio. Los daños bióticos durante el período Post+5 también influyeron en la calidad de las plantas, principalmente por malformaciones y tejido removido. Para ambos períodos luego de la cosecha, la deformación de las plantas resultó relacionada con los daños bióticos. Resultó esperable que el estrato de plántulas menores de 0,2 m de altura durante el Post+5 estuvieran más susceptibles al daño por herbivoría y sequedad del microambiente. Lo que se traduciría en menor cantidad de plantas con calidad buena y sin deformaciones del tallo. La tasa de crecimiento durante el Post+10, y en etapas de mayor desarrollo de la regeneración natural, resultó relacionada con la precipitación, mientras que para el Post+5, en fases de desarrollo menores, los daños bióticos, la temperatura y la cobertura de copas se encontrarían influyendo en el crecimiento anual.

Tabla 5.9. Regresión múltiple de variables de la regeneración natural: densidad total (N), altura promedio (A), calidad buena (C), deformación (D) y tasa de crecimiento anual (TC), en función a: área basal (AB) y cobertura de copas (CC) de la estructura actual; daños bióticos (DB) y daños abióticos (DA); gradientes ambientales correspondientes a calidad de sitio (CS), precipitación media anual (PMA), temperatura media anual (TM) y altitud (m.s.n.m.). P = período post-cosecha; n = número de modelización; Vdep = variable dependiente; R² aj = R cuadrada ajustado; EEE = error estándar del est.; EAM = error absoluto medio; V.Ind = variable independiente; Param = parámetro; EE = error estándar; T = estadístico T; p = valor-P.

	P	n	Vdep	R²aj	EEE	EAM	V,Ind	Parám	EE	T	p
Post+10	1	N-10	54,97	112,5	81,29	TM-10	26,3222	4,02689	6,5366	<0,001	
	2	A-10	72,26	0,622	0,446	DB-10	-0,005859	0,002557	-2,2905	0,028	
						TM-10	0,241042	0,027998	8,6094	<0,001	
	3	C-10	81,23	30,56	24,86	PA-10	0,147457	0,01198	12,306	<0,001	
						CS-10	4,48782	1,80591	2,4851	0,0182	
4	D-10	79,32	22,77	17,84	DB-10	0,536171	0,08832	6,0704	<0,001		
					AB-10	0,472609	0,18411	2,5669	0,0150		
5	TC-10	76,47	7,25	5,87	PA-10	0,0303247	0,0028	10,665	<0,001		
Post+5	1	N-5	45,38	335,1	228,6	PA-5	0,862063	0,159569	5,4024	<0,001	
						DB-5	-6,42351	2,8254	-2,2735	0,029	
	2	A-5	73,79	0,247	0,176	DB-5	-0,004783	0,002128	-2,2483	0,031	
						CC-5	-0,008665	0,00359	-2,4135	0,022	
	3	C-5	97,05	13,94	11,03	TM-5	0,200991	0,044279	4,5392	0,0001	
						DB-5	-0,734869	0,117527	-6,2527	<0,001	
	4	D-5	92,72	7,1	4,946	PA-5	0,206058	0,006638	31,044	<0,001	
						DB-5	0,957438	0,061086	15,674	<0,001	
	5	TC-5	81,37	3,999	2,948	TM-5	0,696894	0,312847	2,2276	0,033	
						DB-5	-0,071275	0,034426	-2,0704	0,046	
						CC-5	-0,154481	0,05809	-2,6593	0,012	
						TM-5	3,76045	0,716412	5,249	<0,001	



Figura 5.14. Registro de daños sobre la regeneración natural en los bosques luego de la cosecha estudiados: (A) y (B) círculo blanco indica daños bióticos; (C) línea amarilla indica tejido vegetal muerto por daño biótico.

5.5 Discusión

Sotobosque

Transcurridos 5 y 10 años luego de la cosecha, la cubierta del suelo forestal, los grupos taxonómicos y las formas de vida presentaron valores de ocupación sin cambios significativos

entre ambos períodos, lo cual supone una similar dinámica de respuesta a los cambios generados por la cosecha. La cubierta vegetal constituye el sustrato dominante sobre el suelo forestal (53,0 %) y que puede considerarse aceptable para los bosques cosechados. Ello debido a que el suelo no queda expuesto a las condiciones ventosas e hídricas que puedan impactar negativamente e iniciando procesos de erosión. En bosques puros de *N. pumilio* sin intervención, Toro Manríquez (2014) y Olivares Figueroa (2018) reportaron una cubierta vegetal sobre el suelo forestal del 30,7 % y máximos en zonas de claros en el bosque de hasta el 66,0 %. A escala territorial, la cubierta vegetal en la zona norte resultó con menor cobertura vegetal (45,5 %) en relación a las zonas sur y este (55,2 y 59,2 % respectivamente). Para la zona norte de la provincia de Tierra del Fuego se reportaron otros estudios con similares resultados, lo cual supone una dinámica propia de la zona geográfica del territorio. Pérez Flores et al. (2019) luego de 5 años de la cosecha reportaron valores similares del 46,9 %, Gallo (2015) para un período de 4 años luego de la cosecha obtuvo diferencias en la cobertura vegetal en función a la calidad de sitio, en las mejores calidades reportó un 57,0 % de cobertura vegetal sobre el suelo, en calidades intermedias el 45 % y en las peores calidades de sitio el 20,0 % de cobertura vegetal. Martínez Pastur et al. (2011b) encontraron que un porcentaje mayor al 50,0 % de cobertura del sotobosque favorecería a la regeneración natural al reducirse, posiblemente, el impacto de agentes estresantes (ej. herbivoría). En este sentido, se esperaría que las zonas este y sur presenten menores daños por herbivoría ya que la cubierta vegetal para ambas zonas fue superior al 50 %. La existencia de suelo desnudo resultó del 10,1 al 15,1 % en ambas escalas temporales luego de la cosecha, estuvo principalmente relacionado a proximidades caminos y canchones abandonados. Puede considerarse como un grado bajo de exposición del suelo, ya que otros estudios en el territorio indicaron mayores valores porcentuales. Gallo (2015) reportó el 58,0 % de suelo desnudo en calidades de sitio bajas, 39,0 % en calidades medias y del 30,0 % en las mejores calidades. La biomasa leñosa (ramas, desculates, árboles caídos luego de la cosecha) representó grados de ocupación del 30,9 al 36,6 % en ambas escalas temporales y la zona norte resultó con mayor ocupación de biomasa (41,2 %) comparando con las zonas este y sur (28,7 y 31,3 %). Dichos valores son aceptables comparado con los resultados obtenidos por Martínez Pastur et al. (1999a) y González (1995), quienes reportaron porcentajes de residuos elevados del 73,0 al 76,2 % respectivamente, inmediatamente después de realizadas las tareas de cosecha. Martínez Pastur et al. (1999a) y Frangi et al. (2004) observaron que los residuos finos facilitarían el desarrollo de la regeneración instalada, brindando protección y mejores condiciones para el crecimiento. Dicha observación coincide con lo constatado visualmente en las tareas de registro en cada parcela de estudio. La representatividad en el grupo taxonómico

estuvo conformada por las dicotiledóneas, con abundancia del 42,4 y 43,0 % en la escala temporal y del 36,2 y 46,7 % en la escala territorial. En el estado de desarrollo del bosque con cobertura completa, la abundancia de dicotiledóneas debería incrementarse. Fernández et al. (1998) reportaron la abundancia de dicotiledóneas del 59,0 %, Flores (2006) reportó un 61,0 % y Olivares (2018) el 76,0 % de existencias de dicotiledóneas. La dominancia de la regeneración sobre otros grupos vegetacionales fue del 30,8 % durante el Post+10 y del 24,1 % durante el Post+5. En condiciones de alta cobertura, Olivares (2018) reportó la abundancia de *N. pumilio* del 2,0 %, Silva et al. (2017) del 3,0 % y Flores (2006) del 4,0 %. De esta manera, la dominancia de la regeneración sobre las otras especies del sotobosque fue satisfactoria. De igual manera, a escala territorial la zona sur presentó mayor abundancia de regeneración del 36,3 %, la zona este del 28,3 % y en la zona norte del 17,7 %. Si bien la zona norte presentó menor abundancia de regeneración en el sotobosque, los resultados de la tesis pueden considerarse satisfactorios cuando se compara con otros estudios en dicha zona de la provincia: Pérez Flores et al. (2019) reportaron una ocupación de la regeneración natural del 0,9 % para el Post+5 y el 13,3 % para el Post+10, Gallo (2015) para un período Post+4 obtuvo una ocupación de regeneración del 3,9 %. Rusch (1992), Heinemann et al. (2000), Collado et al. (2008) y Allué et al. (2010) concluyeron que las áreas boscosas que se ubican en la zona norte de cosecha forestal, presentarían importantes limitaciones ambientales para el desarrollo de la regeneración natural. Además observaron que la competencia por el agua entre la regeneración y el sotobosque sería un aspecto que podría restringir el normal desarrollo de la regeneración luego de la cosecha. Con los resultados obtenidos en la zona de cosecha norte y durante los 10 primeros años luego de la cosecha, puede observarse que las condiciones ambientales han sido las requeridas para el desarrollo de la regeneración natural y la dominancia de *N. pumilio* sobre las otras especies del sotobosque. Lo cual coincide con los estudios de Veblen (1989), Martínez Pastur et al. (2003, 2007a, 2010b, 2011ab), Lencinas et al. (2007), Peri et al. (2009) y Soler Esteban (2011), quienes destacaron la alta capacidad de adaptación de la regeneración de lenga en bosques aprovechados y que se manifestó en cortos períodos de tiempo.

Los resultados de la tesis en relación al estrato inferior del bosque plantean considerar por un lado, al sotobosque como el medio donde se desarrolla la regeneración natural de lenga. Toro Manríquez (2014) determinó que en áreas de bosques de *N. pumilio* con amplias aperturas del dosel arbóreo, del total de la regeneración natural establecida, el 55,6 % se establecieron sobre el micrositio de cobertura de herbáceas. June y Orden (1975) reportaron que la regeneración se ve favorecida por determinadas especies vegetales, tal como la cobertura de musgos que reduce los efectos de heladas en invierno y protege al renoval en períodos de desecamiento durante el

primer año de vida. Por otro lado, plantea considerar la diversidad en función a la cobertura arbórea. Amoroso et al. (2021) observaron que la diversidad del sotobosque se encuentra más enriquecida con especies bajo doseles mixtos (ej. lenga y guindo) y en zonas ecotonaes (ej. pastizales y turbales). Los bosques de producción se desarrollan en formaciones puras de *N. pumilio*, de esta manera y tal como observaron Pérez Flores et al. (2019), la regeneración natural se encuentra acompañada por una pobre diversidad y cobertura de plantas del sotobosque. Con la cosecha forestal, Lizarralde et al. (1989), Medina et al. (2000) y Promis et al. (2010) indicaron que las especies son susceptibles a fuertes modificaciones ante la alteración de las condiciones microambientales. Sin embargo, Gallo (2015) concluyó que la gran mayoría vuelven a establecerse al cabo de unos años luego de la cosecha forestal. Los resultados obtenidos luego de 5 y 10 años de realizada la cosecha forestal permiten suponer en primer lugar, la respuesta favorable de la abundancia de los grupos de vegetación sobre el suelo forestal como protección ante posibles efectos erosivos. En segundo lugar, la diversidad vegetal y la biomasa leñosa residual en las áreas cosechadas bajo estudio han permitido el establecimiento de la regeneración natural de *N. pumilio*. Veblen (1989), Martínez Pastur et al. (2003) y Soler Esteban (2011) indicaron que dicho establecimiento podría ser atribuido a la escasa competencia con las otras especies del sotobosque. Promis et al. (2010) destacaron que además de la diversidad vegetal, también se ve afectada por la cosecha la diversidad de insectos y de aves, observaron modificaciones en los aportes y tasas de descomposición e incorporación de residuos de hojarasca al piso de los bosques. Dichos aspectos no han sido estudiados en la tesis, sin embargo aportan valor al estrato inferior del bosque para incorporar aspectos que puedan ser relevados antes y después de la cosecha forestal. Por otro lado, Pérez Flores et al. (2019) y Amoroso et al. (2021) indicaron que el tiempo necesario para la recuperación de la biodiversidad sigue siendo desconocido, los antecedentes indican que el tiempo de recuperación del sotobosque luego de la cosecha sería de aproximadamente 50 años. Lo cual resulta similar al tiempo reportado por Albert y Barnes (1987) y Ruben et al. (1999) en bosques del hemisferio norte, quienes reportaron un período de recuperación de aproximadamente 60 años. Martínez Pastur et al. (2011a) concluyó que la especie clímax en los bosques de producción son las formaciones puras de *N. pumilio*, por lo tanto resulta el estadio final esperable de la sucesión natural. De esta manera, la escala temporal estudiada solo corresponde a una etapa inicial en la dinámica natural del sotobosque luego de la cosecha forestal y el tiempo de su recuperación se encontraría asociado a la restauración de la estructura arbórea.

Regeneración natural

En relación a la dominancia de la regeneración preinstalada y postinstalada. A escala temporal, transcurridos 5 y 10 años luego de la cosecha forestal, no se observó dominancia entre la regeneración preinstalada y postinstalada en términos de cantidad de plantas por unidad de superficie. Durante los primeros 5 años luego de la cosecha resultó fácil de discernir entre ambos tipos de regeneración de acuerdo a la altura de las plantas (Figura 5.15).



Figura 5.15. Aspecto general de la regeneración natural de *N. pumilio* en áreas de bosques cosechadas. (A) Estado de la planta preinstalada dominante > 100 cm. (B) Estado de la planta postinstalada < 10 cm. Reserva Forestal Lote 93, zona este, Post+5.

En el Apartado 1.3.2 se indicó, entre otros, que la implementación de los tratamientos silvícolas generó discusiones en torno a las existencias de la regeneración antes de la cosecha como garantía de éxito para la conformación del bosque secundario. Rebertus y Veblen (1993), Veblen et al. (1996b), Donoso (1993) observaron que las condiciones iniciales del bosque antes de la cosecha forestal se corresponden a una estructura superior con alta cobertura. En estas condiciones la germinación es impedida, la supervivencia del banco de plántulas es baja y es notable la restricción del crecimiento en altura. Lencinas et al. (2007), Cellini (2010), Varela (2010), Nacif et al. (2016) concluyeron que los cambios microambientales por la apertura de la cobertura forestal exponen a dicho banco de plántulas a soportar distintos grados de estrés. Lo cual es parte de la dinámica natural de los bosques y los tratamientos silvícolas cuentan con dicho principio. Sin embargo, las constataciones en el territorio durante el registro de

información sugirieron observar las prácticas de cosecha implementadas (ej. vías de saca, aperturas de canchones y lugares de acopio, ancho de caminos secundarios). Lo cual condujo a suponer que las prácticas de cosecha estarían impactando negativamente sobre el banco de plántulas. Martínez Pastur et al. (1999a) y González (1995) reportaron que los daños físicos y mecánicos (ej. maquinaria forestal, remoción y arrastre de fustes) sobre la regeneración causaron la muerte del 42,0 % y el 65,0 % respectivamente.

Bajo las nuevas condiciones microambientales y daños sobre la regeneración en la estructura remanente, se inicia el proceso de aclimatación de la regeneración preinstalada y el establecimiento de una nueva cohorte de regeneración natural. Martínez Pastur et al. (2017) reportaron que las plantas presentan mayor vulnerabilidad durante los primeros años del establecimiento (hasta los 4 años) alcanzando la mínima tasa de supervivencia, a partir de este mínimo la probabilidad de supervivencia aumenta hasta los 10 años de edad donde supera el 95,0 % y se mantiene en altos valores en edades superiores. De esta manera, durante los primeros 5 años luego de la cosecha podría considerarse como el período de mayor atención al establecimiento y recuperación de la regeneración natural. Lo cual permitiría dar respuesta a lo indicado precedentemente en relación a las existencias de la regeneración como garantía de éxito para la conformación del bosque secundario (Apartado 1.3.2). Los resultados de la tesis en primer lugar permiten destacar la complementación satisfactoria de ambos tipos de regeneración a fin de constituir el estrato de regeneración que conforma el bosque secundario. En segundo lugar, los resultados permiten coincidir con lo reportado por Martínez Pastur et al. (2013b), en la escasa relevancia para la toma de decisiones en función al banco de plántulas preinstaladas y la importancia en la toma de decisiones en función al establecimiento y recuperación de la regeneración luego de la cosecha forestal.

En relación a la respuesta a la corta de protección. La densidad de plantas y la altura media presentaron diferencias significativas entre ambos periodos luego de la cosecha, de 277 miles plantas ha^{-1} con alturas medias de 38,0 cm para el Post+5 a 122 miles plantas ha^{-1} con alturas medias de 87,0 cm para el periodo Post+10. Estudios realizados en bosques de producción sin intervención silvícola o levemente intervenidos en Patagonia Sur (Schmidt y Urzúa, 1982; Ferrando Toso, 1994; González, 1995; Vergara, 1996; Bava, 1999 ab; Silva Aguad, 2005; Martínez Pastur et al., 1999ab, 2013ab; Cellini, 2010) reportaron valores de densidad entre 191 miles plantas ha^{-1} a 1.933 miles plantas ha^{-1} . De acuerdo a dicho umbral, los resultados de densidad en los bosques cosechados bajo estudio pueden considerarse satisfactorias. Cuando se comparan las variables de densidad y altura de acuerdo al tiempo transcurrido luego de la

cosecha con otros trabajos en distintas zonas de aprovechamiento forestal en Patagonia Sur, también se obtuvieron umbrales similares. Bava y Puig (1992); Schmidt y Caldentey (1994, 1999); Silva Agud (2005); Rosenfeld et al. (2006); Gallo (2007); Martínez Pastur et al. (2011a) reportaron durante el primer quinquenio de la cosecha densidades entre 77,0 y 794,0 miles plantas ha⁻¹ y alturas medias entre 20,0 a 37,0 cm; para un período Post+10, Silva Agud (2005); Cellini (2010); Martínez Pastur et al. (2011a), reportaron entre 150,0 a 301,5 miles plantas ha⁻¹ y alturas entre 22,0 a 29,7 cm. La disminución en la densidad de plantas y el aumento de la altura entre ambos períodos de tiempo luego de la cosecha resultó esperable en función a los estudios sobre la dinámica natural de los bosques de *N. pumilio* (Apartado 1.1.2). Entre los estudios relacionados con la dinámica luego de la cosecha forestal, Martínez Pastur et al. (2017) reportaron que la mortalidad de plantas se debe a la competencia intraespecífica (autorraneo) e interespecífica (ej. competencia con el sotobosque) y debido a los daños bióticos y abióticos. Schmidt et al. (1992) y Caldentey et al. (1999ab) concluyeron de manera general que en los rodales intervenidos la densidad de la regeneración disminuye a medida que la cobertura del dosel arbóreo decrece, sin embargo, la proporción de plantas de mayor tamaño aumenta. Cellini (2010) concluyó que la instalación de plántulas en los bosques cosechados presentaron fluctuaciones temporales debido a la producción de semillas, escasas precipitaciones, altas temperaturas y poca humedad relativa usualmente durante el mes de noviembre (donde ocurre la germinación y la apertura de yemas). Tanto los valores de densidad y altura resultantes de la tesis para bosques cosechados luego de 5 y 10 años de la cosecha pueden considerarse satisfactorios. En la Figura 5.16 se puede apreciar el estrato dominante del Post+5 y Post+10, lo cual es una apreciación de fácil interpretación y puede contribuir a la toma de decisiones para el manejo forestal.

La definición de umbrales de existencias de la regeneración natural como respuesta a la implementación de tratamientos silvícolas, puede resultar clave para la gestión de los bosques de producción. Martínez Pastur et al. (2004b) observaron que el banco de plantas luego de la cosecha con alturas de 10,0 a 15,0 cm son considerados suficientes para lograr la instalación de la regeneración. González (1995) y Martínez Pastur et al. (1999a) concluyeron que la instalación de 188 miles plantas ha⁻¹ luego de la cosecha es una cantidad que asegura la regeneración del rodal. Bava (1999b), Bava y Rechene (2004) indicaron que 190 miles plantas ha⁻¹ y alturas menores a 1,30 m es considerado como una densidad elevada de plantas con buena altura. Cellini (2010) y Martínez Pastur et al. (2011b) reportaron 88 miles plantas ha⁻¹. Skrt et al. (1997) consideraron que 60 miles plantas ha⁻¹ son suficientes para evaluar de manera exitosa a la regeneración de un bosque aprovechado. Schmidt y Urzúa (1982) consideraron suficientes 100

miles plantas ha^{-1} antes de la cosecha para garantizar la continuidad del desarrollo de la regeneración luego del aprovechamiento forestal. Martínez Pastur et al. (2013b) concluyeron que el umbral de densidad de plantas mayores a las 60 miles plantas ha^{-1} permitiría la renovación del bosque en una amplia gama de condiciones ambientales, de impacto y manejo. De esta manera, los umbrales resultantes de la tesis constituyen un aporte significativo para la gestión del manejo de los bosques en todo el territorio provincial.



Figura 5.16. Aspecto general de la regeneración natural en bosques cosechados en la zona este de la provincia de Tierra del Fuego, Reserva Forestal de Producción Río Irigoyen, en dos períodos de tiempo luego de la cosecha forestal. (A) Estrato del banco de plantas luego de 5 años de realizada la cosecha. (B) Estrato del banco de plantas luego de 10 años de realizada la cosecha.

La tesis no evaluó el patrón de distribución de la regeneración natural en los rodales cosechados. Dicha característica también es considerada de importancia para la evaluación de los bosques cosechados. Bava (1999b) observó que la regeneración natural se instala de manera agrupada, lo

cual se deba a diferentes micrositios que determinan las condiciones para la supervivencia de las plantas. Collado et al. (2008) reportaron un patrón de distribución agrupado de la regeneración del bosque luego de la cosecha, en más del 60 % de las parcelas de muestreo y, concentrándose en sitios protegidos tal como bajo residuos del aprovechamiento. Toro Manríquez (2014), Toro Manríquez et al. (2018), Soler Esteban et al. (2018) también observaron el reclutamiento de plántulas en micrositios adecuados, debido a la alteración por factores bióticos o abióticos que influyen sobre dicho reclutamiento en determinados sitios. En este sentido, si bien la densidad de plantas es una variable significativa para determinar el éxito del establecimiento de la regeneración natural del bosque cosechado, también se podría considerar como variable de estudio la distribución del banco de plantas en toda el área cosechada.

Los micrositios adecuados para el desarrollo de la regeneración natural también resultaron significativos para la determinación de la tasa de crecimiento en altura. Durante el periodo Post+5 y Post+10 las tasas de crecimiento tuvieron diferencias significativas, valores de 8,0 cm año⁻¹ y de 13,0 cm año⁻¹ respectivamente, también se debieron considerar los daños indicados precedentemente. Sin embargo, dichos resultados podrían considerarse aceptables en comparación con los resultados de otros estudios; Hernández Parra (2003) en rodales bajo cortas de protección presentó incrementos entre 3,7 cm año⁻¹ (con un área basal remanente de 44,0 m² ha⁻¹) y 16,1 cm año⁻¹ (con un área basal remanente de 24,0 m² ha⁻¹) y en rodales sin intervención incrementos entre 2,1 y 6,4 cm año⁻¹ (con un área basal entre 56,0 a 64,0 m² ha⁻¹); Schmidt (1994) con registros de 5 años luego de la cosecha reportó incrementos promedios de 6,6 y de 9,3cm año⁻¹, en tanto que en el testigo no intervenido alcanzó solo 1,5 cm año⁻¹ sobre los 10 años; Herrera Jenó (2000) para un período post+4 reportó tasas de crecimiento promedio de plantas con y sin daños de 9,3 cm año⁻¹, plantas protegidas por la acumulación de árboles caídos resultaron en crecimientos de hasta 24,9 cm año⁻¹; Sánchez (2003) y Silva Aguad (2005) reportaron tasas de crecimiento para un período mayor a 10 años luego de la corta de protección de 11,6 y 13,1 cm año⁻¹ respectivamente; Neira Pacheco (2004) reportó valores máximos de hasta 24,0 cm año⁻¹. Asimismo, puede considerarse la mayor tasa de crecimiento en el segundo quinquenio luego de la cosecha forestal para sectores de bosques aprovechados que se encuentren total o parcialmente protegidos por biomasa leñosa, principalmente debido a la herbivoría.

La clasificación del banco de plántulas en estratos de altura podría ser una herramienta de clasificación a escala de rodal más operativa para la toma de decisiones, el 50,0 % de la regeneración para el período Post+5 se encontró por debajo de los 20,0 cm de altura, lo cual coincidió con lo reportado por Silva Aguad (2005) donde dicho estrato también resultó

dominante con un 56,7 %. Para el período Post+10, el estrato mayor a 50,0 cm alcanzó la dominancia con el 45,0 %, lo cual excede a lo reportado por Silva Aguad (2005) cuya dominancia fue del estrato con plantas menores de 0,2 con un 54,8 %, mientras que el estrato con plantas mayores a 0,5 m estuvo representado con un 22,4 %. Chauchard et al. (2002) observaron que la etapa más crítica de competencia ocurre cuando el estrato de regeneración alcanza los 30,0 cm de altura. Dicho proceso de competencia entre la misma especie es parte de la dinámica natural, por lo que la mortalidad de plantas con la disminución de la densidad continuará con el transcurso del tiempo. Al momento de analizar cada período luego de la cosecha en relación a las distintas zonas geográficas, se observó que para el Post+5 no existen diferencias significativas en los distintos estratos para las diferentes zonas estudiadas, solamente resultó significativa el estrato medio con plantas entre 0,20 a 0,50 m de altura en la zona este, la cual presentó una mayor participación en relación a las zonas sur y norte. De esta manera puede inferirse que independientemente a la zona geográfica de cosecha forestal, la adaptación de la regeneración preinstalada a las nuevas condiciones microambientales generadas por la cosecha forestal presentaron un mismo comportamiento favorable en cuanto a la abundancia. Durante el Post+10, tanto el estrato con plantas menores a los 0,2 m y, el estrato medio con plantas entre 0,2 a 0,5 m no presentaron diferencias estadísticamente significativas en las distintas zonas de cosecha. Sin embargo el estrato con plantas mayores a 0,5 m presentó mayor abundancia en la zona sur, en relación a las zonas este y norte. A través de los resultados de la tesis se puede afirmar que la zona de cosecha sur presenta una dinámica natural bajo condiciones ambientales y de menores existencias de grandes herbívoros que favorecen un mayor desarrollo de la regeneración natural. La variable altura alcanzó promedios de hasta 1,5 m luego de 10 años de realizada la cosecha. Si bien no se contó con información sobre el estado de la regeneración antes de la cosecha para los rodales estudiados, para los bosques de la zona sur también se puede suponer una regeneración preinstalada en gaps con desarrollo avanzado en la altura media. Registros de evaluaciones de planes de cosecha forestal en bosques primarios en la zona sur desde el año 2017, realizados por la Dirección General de Desarrollo Forestal, reportaron alturas medias de la regeneración establecida antes de la cosecha con un rango de alturas entre 0,15 a 1,50 m.

Finalmente, Hernández Parra (2003); Espejo (1996), Vergara (1996), Schmidt et al. (1997) y Caldentey et al. (1999a) observaron que la densidad de la regeneración desempeña un rol importante en el desarrollo y crecimiento inicial de las plantas, especialmente en sectores sometidos a cortas de protección. Entonces podría considerarse viable la densidad y la altura

como indicadores para determinar la respuesta de la regeneración natural a una corta de protección y en función al período post-cosecha.

En relación a los daños sobre la regeneración natural. En ambos períodos luego de la cosecha se presentaron daños bióticos y abióticos sobre la regeneración natural, los cuales fueron fácilmente identificables y comparables con los tejidos sanos. Los daños bióticos consistieron en roturas de vástagos y formaciones de muñones, los daños abióticos correspondieron a tejidos muertos en las plantas. En la Figura 5.17 pueden apreciarse los daños más sobresalientes sobre la regeneración natural. Se determinaron las tasas de crecimiento promedio de las plantas sin diferenciar entre plantas con y sin daños, de esta manera para el período Post+5 las tasas de crecimiento resultaron de 7,9 cm año⁻¹ y durante el Post+10 en 12,8 cm año⁻¹. Dichos valores fueron semejantes a los resultados de Herrera Jenó (2000), quien para un período de 4 años luego de la cosecha reportó una tasa de crecimiento promedio de plantas con y sin daños de 9,3 cm año⁻¹. Martínez Pastur et al. (1997b; 1999b, 2002b, 2004ab, 2011a), Pulido et al. (2000) y Cellini (2010) concluyeron que la influencia del ramoneo en el crecimiento en altura no impacta en el desarrollo normal de las plantas, sino que los daños provocan retrasos en el establecimiento y crecimiento de las plántulas. Al mismo tiempo, Rusch (1992), Skrt et al. (1997), Bava (1999a), Martínez Pastur et al. (1999b), Gea Izquierdo et al. (2004); Collado et al. (2008), Zamorano Elgueta et al. (2014) indicaron que el ramoneo podría impedir la correcta regeneración de los bosques aprovechados mientras dicho impacto sea continuo y persistente. Estos daños, según Skrt et al. (1997), Dodds (1997), Collado et al. (2008) podrían potenciarse en las áreas abiertas (ej. áreas luego de la cosecha). Los resultados de la presente tesis, al igual que las observaciones en otros estudios (Herrera Jenó, 2000; Collado et al., 2008; Cellini, 2010; Martínez Pastur et al., 2017), no observaron la irrupción total de los procesos de regeneración en rodales aprovechados debido a la herbivoría.

A escala territorial el mayor porcentaje de plantas con daños resultaron en la zona norte, donde alcanzó el 67,9 %. Para dicha zona Collado et al. (2008) reportó daños del 100 % sobre las plantas muestreadas. En la tesis no se identificaron los herbívoros que afectaron a la regeneración natural, sin embargo en algunos rodales estudiados se constataron fácilmente bosteos y existencias de animales. Tal como reportaron Collado et al. (2008), los herbívoros correspondieron a guanacos, ganado vacuno y caballar, tanto doméstico como bagual. Para la zona norte del territorio, Montes et al. (2000) reportaron la concentración del 84 % de la población de guanacos.



Figura 5.17. Características de daños sobre la regeneración fácilmente visible durante la evaluación post-cosecha. (A) Tejido vegetativo en condiciones buena sanidad, coloración de tallo y hojas que indica buen crecimiento. Zona sur. (B) Tejido con signos de sequedad y herbivoría. Zona Este. (C), (D), (E) Malformaciones en la regeneración durante el Post+10 y en sectores con constataciones de movimiento de herbívoros domésticos frecuente. Zona norte.

Bonino y Pelliza Sbriller (1992) y Bonino y Fernandez (1994) indicaron que la zona norte de la provincia de Tierra del Fuego ofrece un hábitat apropiado para los herbívoros, refugio y disponibilidad de alimento en las áreas boscosas y zonas de pastoreo en vegas. Asimismo, la zona norte coincide con la zona ganadera de la provincia, tanto ganado vacuno y ovino. Entonces, el elevado daño biótico en la zona norte del territorio no solo es causa del guanaco, sino también de los herbívoros introducidos domésticos. En este sentido, Schlegel Heldt et al. (2022) en el norte patagónico chileno alertan sobre el desconocimiento del impacto de otros herbívoros introducidos como ciervos y jabalíes sobre la regeneración de los bosques. Asimismo, en las zonas este y sur de la provincia el avance de daños por castoreras también es un agente que podría incrementar los daños sobre las áreas en regeneración.

Si bien los resultados de la tesis correspondieron a una primera observación en el territorio, Pulido et al. (2000) y Martínez Pastur et al. (2017) sugirieron analizar la incidencia del ramoneo en estos bosques a una escala de tiempo amplia, a los fines de conocer su efecto en la dinámica y la producción forestal. Como se indicó precedentemente, el daño es temporal y de acuerdo a las parcelas de monitoreo evaluadas por Martínez Pastur et al. (2017), el daño se encuentra asociado a la altura de alcance de los herbívoros. Los resultados de la tesis en relación a la altura observados en la zona sur para un período de 10 años después de la cosecha, determinaron alturas medias de 1,5 metros y la inexistencia de daños bióticos. De esta manera, puede suponerse que cuando la regeneración natural luego de la cosecha alcanza una determinada altura (ej. 1,5 m) y una determinada densidad (ej. 100 miles plantas ha^{-1}) no se presentarían daños bióticos. Con alturas de plantas mayores a 1,5 m el herbívoro no alcanza las ramas superiores y, la alta densidad de las plantas generan una barrera natural que impide la circulación de los animales, solamente se verían afectados los bordes de caminos principales y vías de circulación que utilizan los herbívoros.

Por lo tanto, existe capacidad de desarrollo de la regeneración natural en los distintos gradientes ambientales donde se realizó la actividad de aprovechamiento forestal. Martínez Pastur et al. (1999b), observaron que las poblaciones de herbívoros no son consideradas dentro de las variables de estudio de un plan de manejo forestal. Dicha conclusión puede considerarse que las tasas de crecimiento de la regeneración natural no serán las esperadas, así como el patrón de distribución de la regeneración natural en toda el área cosechada. Sin embargo, los resultados del estudio permiten observar que el establecimiento de la regeneración natural en las áreas estudiadas puede considerarse satisfactorio y en convivencia con poblaciones de herbívoros en un período de hasta 10 años de realizada la cosecha.

En relación a las métricas de la regeneración natural en función a la estructura forestal, gradientes ambientales, variables abióticas y bióticas. Los resultados de la tesis determinaron que las variables de la regeneración dependieron de distintas variables de estructura, de daños, climáticas y de sitios. Asimismo, no se observó ningún patrón de relación común entre ambos períodos luego de la cosecha. La densidad de la regeneración luego de 10 años resultó influenciada por la temperatura. Mientras que luego de 5 años de realizada la cosecha, la densidad estuvo bajo la influencia de la precipitación y de los daños bióticos. Lo cual coincidió con lo observado por Cellini (2010) y Martínez Pastur et al. (2011a), quienes observaron que los renovales menores a 5 años de edad fueron mayormente susceptibles a la mortalidad por el estrés hídrico y por herbivoría. Los resultados en general se complementaron con los reportes de otros estudios en virtud a la complejidad que dicho estudio implica y que fue observado en el Apartado 1.3.2. Schmidt y Urzúa (1982), Schmidt y Caldentey (1994), Vergara (1996) reportaron que las variaciones en la densidad de plantas están asociadas al sitio y a la cobertura de copas. Bava y Puig (1992), Bartsch y Rapp (1995) reportaron que la cantidad de plantas además de estar bajo la influencia de la cobertura de copas, también se encuentra asociado a los tipos de suelos con bajos contenidos de humedad. Hernández Parra (2003) observó que la cantidad de plantas se encuentra bajo la influencia de las condiciones del sustrato, de las variaciones en los aportes de semillas y de las características de los micrositos. Luego de 5 años de realizada la cosecha forestal, la altura total y la tasa de crecimiento estuvo asociada a la cobertura de copas, lo cual coincidió con Grosse (1988), Schmidt et al. (1992), Rusch (1992), Hernández Parra (2003). Dichos autores concluyeron que al disminuir la cobertura se presentan incrementos en la altura de la regeneración debido a una menor competencia por la luz. Martínez Pastur et al (2011a, 2013b) también observaron que coberturas de copas del 40 al 60 % registraron las mayores tasas de crecimiento en la regeneración. La cobertura de copas en las áreas estudiadas fue de 39,2 % y del 32,9 % luego de 5 y 10 años de la cosecha respectivamente, lo cual coincide con lo informado por Martínez Pastur et al (2011a, 2013b). Cellini (2010) reportó que en áreas bajo manejo con coberturas de copas entre 35 y 45 % optimizaron el crecimiento en altura de regeneración con edades avanzadas. En este sentido Grosse (1988) y Schmidt et al. (1992) observaron que a mayor nivel de luz que llega al sotobosque se registró mayor crecimiento en altura de la regeneración. Lencinas et al. (2007) concluyó que *N. pumilio* con altos niveles de luminosidad y baja humedad del suelo produjeron una menor área foliar pero con mayor proporción de fotosintatos a la producción de raíces, aumentando su desarrollo. De esta manera, en todas las zonas estudiadas se observó el desarrollo de la regeneración natural (Figura 5.18).



Figura 5.18. Imágenes generales de parcelas de muestreo con desarrollo de la regeneración natural. (A) Reserva Forestal Rio Irigoyen área de cosecha Post+10. (B) Reserva Forestal Lote 93 áreas Post+5. (A) y (B) zona este. (C) Reserva de Usos Múltiples Corazón de la Isla área de cosecha Post+10. (D) Reserva Forestal Rio Valdez área Post+5. (C) y (D) zona sur. (E) Estancia Ewan área de cosecha Post+10.(F) Lengua Patagonia área de cosecha Post+5. (E) y (F) zona norte.

De acuerdo a las métricas de la regeneración y la relación con distintas variables de estructura, de daños, climáticos y de sitios estudiados, permite considerar que para las zonas este y sur de la provincia la regeneración natural se encuentra establecida luego de 10 años de realizada la cosecha. Cellini (2010) observó que los tiempos planteados en el modelo teórico sugieren que 20 años es un tiempo aceptable para regenerar completamente los rodales aprovechados. Sin embargo, Martínez Pastur et al. (2017) pusieron en evidencia que dichos tiempos se pueden acortar significativamente a 12 años. Finalmente, y coincidiendo con lo concluido por Lencinas et al. (2007) y Martínez Pastur et al. (2013b), la regeneración de *N. pumilio* en las áreas cosechadas en distintas zonas del territorio bajo cortas de protección, presentó una alta capacidad de adaptación a las condiciones microambientales y de estrés por daños físicos generados por la cosecha forestal. Esta adaptación o aclimatación del banco de plántulas luego del disturbio se manifestó en cortos períodos de tiempo (ej. 5 años luego de la cosecha).

5.6 Conclusiones particulares

Los grupos de cobertura sobre el suelo forestal y grupos de plantas del sotobosque existentes en las áreas de estudio luego de 5 y 10 años luego de la cosecha pueden considerarse favorables como acompañantes y como protección para la regeneración natural. La regeneración de *N. pumilio* conforman el grupo con mayor abundancia en el sotobosque. De esta manera, en ninguno de los casos estudiados se ha interrumpido el desarrollo de alturas, de crecimiento y de la calidad del banco de plantas de *N. pumilio*.

No se ha observado dominancia entre ambos tipos de regeneración natural que se establece antes y luego de la cosecha. Los resultados de la tesis indican que ambos tipo de regeneración se complementan satisfactoriamente. Si bien la regeneración preinstalada luego de 5 años de la cosecha resultó mayor en abundancia que la regeneración postinstalada, debe considerarse que en los primeros años luego de la cosecha se inicia el reclutamiento de la nueva regeneración natural, por lo que será esperable que la densidad de la regeneración preinstalada sea mayor a la regeneración postinstalada. En el segundo quinquenio luego de la cosecha, la tasa de crecimiento de la regeneración postinstalada puede considerarse exitosa en términos de desarrollo en altura y, hasta puede igualar e incluso superar el desarrollo de la regeneración preinstalada. La toma de decisiones que implica la posible habilitación de las áreas para la actividad forestal en base a la regeneración preinstalada, podría considerar la potencialidad de desarrollo de la regeneración natural luego de la cosecha. También se puede considerar que los relevamientos de la regeneración en el bosque primario durante el inventario forestal pueden resultar relevantes para la evaluación de las prácticas de cosecha (ej. % de mortalidad de

plántulas por tránsito de maquinaria pesada, arrastre de rollizos, vías de saca, canchones, compactación del suelo).

La estructura forestal remanente de la cosecha forestal ha generado las condiciones necesarias para que la regeneración haya reaccionado favorablemente en las variables de cantidad de plantas, alturas, crecimiento y calidad de la regeneración natural. Asimismo, la presencia de otros agentes (sotobosque y herbívoros) no ha limitado el desarrollo de dichas variables. La distribución regular de la regeneración natural en las áreas aprovechadas no ha sido evaluada en el presente estudio. Sin embargo, y de acuerdo a los resultados del capítulo IV, el patrón regular de distribución de los árboles remanentes no se presenta como tal debido al incumplimiento de la prescripción silvícola. Por lo tanto se puede inferir que el patrón regular de distribución de la regeneración tampoco resulta uniforme de acuerdo al modelo silvícola teórico para una corta de protección. Al mismo tiempo es posible suponer que la dinámica de la regeneración natural luego de la cosecha podría desarrollarse de manera uniforme en el área con un patrón regular de árboles remanentes, con el cumplimiento de la prescripción silvícola. Es importante observar que la dinámica de la regeneración natural tiene en cuenta a los factores bióticos y abióticos que influyen de manera permanente sobre el normal desarrollo de la regeneración desde el momento en que se inicia la cosecha forestal.

El análisis de los modelos métricos en el estudio observó que no se ha presentado un solo factor determinante sobre la densidad y crecimiento de la regeneración natural luego de la cosecha para todo el territorio. Por un lado, operan los factores climáticos similares en el territorio donde se encuentran los bosques de producción cosechados. Si bien la zona norte ha presentado diferencias significativas en relación a las precipitaciones medias de la zona sur y este, dicha variable no ha limitado el normal desarrollo de la regeneración natural. Asimismo, la ocurrencia de daños bióticos sobre la regeneración natural ha sido mayor en la zona norte en relación a las otras zonas. Lo cual podría influir en grados de menor ocupación y de crecimiento en relación a las zonas este y sur. De esta manera, los modelos métricos podrían responder a zonificaciones territoriales. Asimismo la incertidumbre que genera contemplar todas las variables que estarían influyendo en una regeneración natural exitosa, solo podría responderse con el monitoreo de largo plazo en las distintas zonas geográficas donde se desarrolla la actividad forestal y con el establecimiento de registro climáticos en cada zona geográfica de la provincia.

«« »»

CAPÍTULO VI

ADECUACIÓN DE PRÁCTICAS SILVÍCOLAS AL MANEJO SOSTENIBLE

6.1 Introducción

Actualmente existe un consenso generalizado sobre la necesidad de aplicar en los bosques nativos una gestión forestal sostenible (Diéguez Aranda et al. 2009; Rusch y Sarasola, 2011; Rios, 2017; Luna, 2018; Peri et al., 2021a). Dicha gestión definida desde lo general, constituye un proceso de planificación y ejecución de prácticas para el uso de los bosques con el fin de dar cumplimiento con objetivos administrativos, económicos, legales, sociales, técnicos y científicos (FAO, 2002, 2020). Desde lo particular, la gestión forestal de los bosques nativos requiere contar con información precisa sobre la estructura forestal, crecimiento, producción y regeneración natural para poder cuantificar las diferentes fases y los cambios en el estado de los mismos (Thiers et al., 2012; Rincón Ruiz et al., 2014; López Hernández et al., 2017; Peri et al., 2019). En este contexto, el monitoreo es una herramienta acompañante para evaluar el progreso realizado en dirección a un objetivo e introducir los cambios necesarios para mejorar la correcta implementación del proceso o para definir nuevas prácticas que conduzcan a alcanzar un manejo sostenible (Casley y Kumar, 1987; Herrero Echevarria et al., 2010; García, 2015; García et al., 2017). En las últimas décadas, los criterios e indicadores de sustentabilidad se presentan como medios para medir, evaluar, vigilar y demostrar el progreso alcanzado respecto al manejo forestal (FAO, 2002). Los criterios establecidos contribuyen al desarrollo y revisión periódica de los elementos de la política forestal implementada (ej. leyes y regulaciones), mientras que los indicadores permiten introducir ajustes y/o mejoras en las prescripciones del manejo propuesto a través del tiempo (Amend et al., 2002; Casteñada, 2004; Valencia Aguilar, 2016). En este marco, la Ley Nacional de Conservación de Bosques Nativos, Ley N° 26.331/07, introduce en la gestión de los bosques de Argentina, nuevos y complejos desafíos para los tomadores de decisión (ej. gestores de las provincias y tenedores de los bosques) en materia de criterios e indicadores para el manejo forestal sostenible (Berros, 2015; Mastrocola, 2016; Gutierrez, 2016; Rusch et al., 2017).

Todo gobierno es un agente legítimo y necesario para la dirección de la sociedad (Aguilar, 2007; Reyes, 2021) y, donde el Estado cumple un rol central, por medio de su institucionalidad y normativa, para canalizar y administrar los insumos, necesidades y demandas de la enorme variedad de actores involucrados (Leiva Lavalle, 2012; Huenchuan, 2016; Flores Aguilar et al.,

2018). Entre los variados y múltiples objetivos del Estado, se deben asegurar la conservación y uso sostenible de los bosques nativos a través de sus instituciones (autoridad de aplicación de la normativa forestal). Las cuales deben velar por el cumplimiento de las leyes, planificar, regular, capacitar e incentivar el empleo de las pautas de manejo sostenible (Donoso y Otero, 2005; Rusch et al., 2017; Caldevilla y Quintillán, 2017). Tradicionalmente, las instituciones del Estado se organizan mediante normas y reglas (Appendini y Nuijten, 2002; Pacheco et al., 2009; Vázquez Barquero, 2018), la existencia de marcos normativos supone procesos de regulación y desregulación que posicionan al Estado como árbitro de los demás actores involucrados (Thomas, 2010; Flores Aguilar et al., 2018). Por lo general, en el sector forestal se priorizan regulaciones que definen aspectos administrativos para el uso de los recursos forestales que pueden ser aprovechados económicamente, incluyendo los procesos para adquirir las autorizaciones de transporte, pago de patentes e impuestos entre otros (Stanley, 1996; Guariguata et al., 2017; Anicama González et al., 2021). Mientras que los procesos técnicos y productivos (ej. aumentar las tasas de rendimiento del boque, cumplimiento de los planes de manejo forestal, recursos humanos capacitados) (Cellini et al., 2005; Ríos, 2017), y otros aspectos del manejo forestal en el territorio se mantienen en la informalidad (Pacheco et al., 2009; Llanque y Vos, 2010). Si bien existen otras situaciones de informalidad que no se encuentran vinculadas a la prescripción silvícola (ej. pago por volumen de rollizo puesto en aserradero, operarios con trabajo irregular), impactan en la actividad forestal dentro de los ecosistemas naturales.

Los bosques templados de la Patagonia andina tienen un gran potencial para ser manejados en forma sostenible, ya que se cuenta con suficiente conocimiento de la biología y la ecología de las comunidades vegetales y animales que los componen (Martínez Pastur et al., 2003; Grosfled et al., 2019). Para la definición del manejo forestal, la elección del método de regeneración óptimo implica el equilibrio entre el rendimiento de productos que se pueden obtener del bosque (rendimiento industrial de los rollizos y menores costos), la aceptación social de uso del bosque (ej. valor de conservación de la biodiversidad), y que asegure una adecuada regeneración de la cobertura forestal (Martínez Pastur y Lencinas, 2005; Cellini et al., 2013; Puettmann et al., 2016; Serrano Ramírez et al., 2019). Entre ellos, el método de cortas de protección es de amplio uso en Tierra del Fuego en Argentina y en la XII Región de Chile para los bosques puros de *Nothofagus pumilio* (Schmidt y Urzúa, 1982; Martínez Pastur y Lencinas, 2005; Martínez Pastur et al., 2013b; Cellini et al., 2013, 2017; Salinas et al., 2019). Asimismo, ha resultado un sistema silvícola recomendable para la sostenibilidad del recurso forestal nativo (Schmidt y Caldentey, 1994; Peri et al., 2013; Otero y Vergara, 2016; Alzamora et al., 2019). Sin embargo, su

implementación en el territorio sigue siendo limitada por una serie de barreras técnicas, legales, financieras, logísticas, políticas y de mercado (Martínez et al., 2021). En los bosques de producción de Tierra del Fuego, la propuesta de cortas de protección en los planes de manejo forestal data a partir de mediados de la década de 1990. Las primeras reseñas sobre el estado del bosque luego de la cosecha como resultado de la implementación de dicho tratamiento silvícola en el territorio provincial ha sido reportado por varios estudios (Bava, 1999ab; Schmidt y Caldentey, 1999; Cruz et al., 2003; Gea Izquierdo et al., 2004; Bava et al., 2005; Carabelli y Peri, 2005; Collado et al., 2008; Cellini et al., 2003, 2005; Martínez Pastur et al., 1999a, 2003, 2004b). Dichos estudios han identificado problemáticas a la hora de llevar a la práctica la propuesta teórica, por ejemplo; la existencia de importantes volúmenes de madera desechadas, factores bióticos que dañan el normal desarrollo de la regeneración natural, desconocimiento del estado original de los bosques que hacen impracticable la propuesta, desconocimiento de la regeneración natural en sitios aprovechados, existencia de limitaciones en la asignación de recursos humanos y operativos para el control de las actividades forestales (Ver Apartado 1.3). En la actualidad los bosques nativos sustentan diversos usos (ej. ganadería, extracción maderera, cultivos itinerantes, recreación, conservación, inversión inmobiliaria, desarrollo urbano, etc.), resultando en muchos ejemplos de sobre explotación y pocos de manejo sostenible (Gautreau et al., 2014; Luna, 2018; Soler Esteban y Gowda, 2019).

Desde la implementación de las cortas de protección el Estado, a través de sus instituciones y grupos técnicos, ha realizado el control y fiscalización de la actividad forestal de acuerdo al marco normativo. Sin embargo, no ha sido suficiente para contar en la actualidad con bosques manejados bajo prescripciones silvícolas y evaluadas según los objetivos del manejo forestal. De esta manera, no cuenta con información para dar respuesta a las problemáticas planteadas por los diversos estudios indicados precedentemente (Ver Apartado 1.3). Sin embargo, también existen reportes sobre aspectos favorables de la implementación de las cortas de protección en el territorio. De esta manera, resulta que dicho tratamiento silvícola ha sido satisfactoria en términos de asegurar una cosecha económicamente rentable y generar una cubierta protectora de acuerdo a los requerimientos teóricos establecidos para la primera fase del aprovechamiento forestal (López Bernal et al., 2003; Caprile Navarro, 2005; Bava y López Bernal, 2006; Cellini et al., 2013, 2017; Martínez Pastur et al., 2017; Peri et al., 2019; Paredes et al., 2020). Por lo que no se cuestiona al tratamiento silvícola en sí, sino a los aspectos técnicos que hacen a su implementación a lo largo del territorio y en el largo plazo. Así como a mejorar los procesos de evaluación y registro de las practicas silvícolas en el plazo de actividad de cosecha y el

sostenimiento de mediciones en el mediano plazo sobre la dinámica de recuperación de los bosques aprovechados.

En otras regiones forestales, los mecanismos técnicos y administrativos para el acercamiento del marco teórico a la implementación en el territorio de un plan de cosecha forestal ha considerado lo siguiente: (i) la propuesta silvícola es la manera práctica de llevar a cabo teorías ecológicas y es la columna vertebral del manejo y restauración en sus distintas escalas (Granados Sánchez et al., 2007; Peláez, 2012; Donoso et al., 2018); (ii) El monitoreo y la evaluación del manejo forestal sostenible continua siendo un reto para los gobiernos y las empresas (Sosa Rodríguez, 2015; Cué Garcia, 2015; Luján Álvarez et al., 2021). Aún existe la necesidad de predecir la respuesta a las diferentes actuaciones silvícolas, siendo uno de los objetivos clave para el conocimiento de los procesos de desarrollo de las especies forestales y su correcta gestión (Diéguez Aranda et al. 2009; Sevilla Martínez, 2013; Alberdi et al., 2016); (iii) los criterios e indicadores de la gestión forestal sostenible son parte de los elementos para la evaluación y control de las prácticas forestales que hacen a la cosecha y transporte de los productos madereros (Nicolau y Grau, 2014; Aguirre Calderón, 2015; Pérez Martínez et al., 2020; Martínez et al., 2021). En el año 2005 se presentó una propuesta de criterios e indicadores de sostenibilidad para los bosques nativos de Tierra del Fuego (Caravelli y Peri, 2005) a través una actividad participativa, donde la aplicación de dicha herramienta metodológica para su determinación propició un legítimo antecedente para su aplicabilidad en la gestión forestal provincial. Por lo que se requieren esfuerzos multisectoriales y multidisciplinarios para garantizar la correcta implementación de los tratamientos silvícolas y el fortalecimiento de las instituciones forestales públicas que deben evaluar dicha ejecución en el territorio (Rusch, 2008; Echeverri y Sotomayor, 2010; MEF, 2016;). Asimismo requiere de la modernización de las políticas forestales a fin de cumplir los compromisos sobre el manejo forestal sostenible, conservación de la biodiversidad y cambio climático (Zanetti et al., 2017; Donoso et al., 2018).

En la provincia de Tierra del Fuego existen numerosos marcos normativos que regulan la actividad forestal desde un enfoque teórico y administrativo, existiendo requerimientos documentales para la presentación de planes de manejo forestal y fiscalización (Rios, 2017). Si bien dichas actuaciones normativas (ej. resoluciones, disposiciones, etc.) no aseguran el cumplimiento de las prescripciones teóricas en el territorio, permiten contar con un marco regulatorio. El cual se aplica a los diferentes productores y técnicos que realizan el uso del recurso maderero, a las marcaciones silvícolas, inventarios y planes de manejo forestal, así como la fiscalización (Figura 6.1). El enfoque técnico de los procesos y/o prácticas de aprovechamiento forestal continúa pendiente en la formalidad, lo cual se relaciona con los

procesos de monitoreo y de criterios e indicadores de sostenibilidad. Dicho marco teórico y normativo tiene la potencialidad para mejorar la actual escala de clasificación de las tierras forestales a través de la Ley Nacional N° 26.331/07 y Ley Provincial N° 869/12 de Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos. Aportando información de uso de la actividad forestal dentro de la Categoría II-amarillo. La adecuación de los marcos normativos y prescripciones existentes, conjuntamente con los resultados obtenidos en esta tesis en cuanto a la dinámica de la estructura forestal y regeneración natural luego de la cosecha entre los años 2003 y 2012, podrían contribuir a la generación de propuestas de lineamientos y/o condiciones mínimas para la continuidad y corrección como proceso de las prácticas silvícolas que se implementan en el territorio provincial. Si bien el Estado continúa siendo el responsable de la gestión del recurso, la presencia de profesionales en el ámbito público y privado permite generar sinergias positivas en la construcción de procesos viables para optimizar la generación de información silvícola. De esta manera, la toma de decisiones sobre el rumbo de la actividad productiva adquiere mayor relevancia y compromiso entre ambos sectores.



Figura 6.1. Actividades de fiscalización y extensión forestal en bosques productivos de *N. pumilio*. (A) Control de actividades en campamentos forestales en forma conjunta con la Policía de la Provincia de Tierra del Fuego. (B) Seguimiento en las actividades de corta por pequeños productores forestales. (C) Seguimiento del aprovechamiento forestal por obreros forestales. (D) Jornada de extensión forestal con productores forestales en actividades de campo de corta y manejo forestal.

6.2 Objetivos

- Analizar el proceso técnico y administrativo aplicado a las prescripciones silvícolas de los bosques de producción maduros de *Nothofagus pumilio* en Tierra del Fuego y proponer condiciones mínimas para la implementación de las cortas de protección.

6.3 Materiales y métodos

Se utilizó una metodología cualitativa y de técnica documental. Por lo que se realizó un relevamiento de carácter exploratorio y descriptivo del marco normativo que regula la actividad de aprovechamiento forestal en la Provincia de Tierra del Fuego y de los procedimientos técnicos de la autoridad de aplicación de la normativa provincial. Se procedió a realizar un trabajo de cuatro etapas: (1) recopilación de la normativa forestal aplicable a los planes de manejo y fiscalización en el ámbito de la provincia de Tierra del Fuego; (2) descripción de las secuencias técnicas en relación al cumplimiento del marco normativo; (3) consideraciones técnicas sobre la implementación de las cortas de protección en los bosques de *N. pumilio*; (4) propuesta de condiciones mínimas para el proceso técnico y administrativo aplicable a la actividad forestal.

La etapa (1) sobre la *recopilación de la normativa forestal aplicable a los planes de manejo y fiscalización*, consistió en la revisión de la normativa forestal vigente nacional y provincial. Se destacaron los articulados normativos relacionados específicamente con la fiscalización de las diferentes prácticas silvícolas y la presentación de los planes de manejo forestal. La información se organizó de acuerdo a la secuencia administrativa general y particular que requieren tomar conocimiento productores forestales, técnicos del sector público y privado. Lo cual permite evaluar la viabilidad de aprovechamiento forestal en determinadas áreas forestales de la provincia y, conocer los requerimientos normativos durante la planificación y cosecha forestal. En el Anexo I se adjuntaron los documentos relacionados a las actuaciones administrativas que hacen referencia a los puntos destacados en los resultados de la tesis.

La etapa (2) sobre la *descripción de las secuencias técnicas y administrativas vinculadas al aprovechamiento forestal* se realizó con la descripción de las actividades administrativas y técnicas que desempeña el área técnica de la Dirección General de Desarrollo Forestal de la Provincia de Tierra del Fuego. Dicha área gubernamental es la autoridad de aplicación de la Ley Forestal Provincial N° 145, y es la responsable de la evaluación de los planes de corta forestal y fiscalización de las actividades de aprovechamiento en los bosques de producción en el territorio provincial.

La etapa (3) sobre las *consideraciones en la implementación de cortas de protección*, consistió en el análisis de los resultados de las variables cuantitativas y cualitativas de la tesis. Se consideraron resultados de la estructura forestal inicial, aprovechada, dañada y actual. Los criterios de análisis fueron: (a) cumplimiento/no cumplimiento del tratamiento silvícola, (b) residuos de la cosecha, (c) daños en la estructura forestal, (d) potencial productivo de la estructura actual, y (e) estado de la regeneración natural. Posteriormente, se contrastaron los resultados y se realizaron consideraciones sobre las prácticas de manejo en bosques nativos de producción en la Patagonia argentina y chilena.

La etapa (4) sobre la *propuesta de condiciones mínimas para el proceso técnico y administrativo aplicable a la actividad forestal*, consistió en el establecimiento de los lineamientos observados como relevantes para la sistematización de los procesos. La finalidad es mejorar la implementación de las prácticas actuales de uso del recurso forestal. Es preciso señalar que la misma corresponde a lineamientos generales y que su desarrollo final queda a responsabilidad del área técnica de la Dirección General de Desarrollo Forestal.

6.4 Resultados

6.4.1 Normativa actual aplicable a la actividad forestal

La *normativa forestal* aplicable a las actividades en el territorio de Tierra del Fuego se organizó en una escala general, con las consideraciones en la planificación en el territorio según la normativa nacional (ej. a nivel de predio), y una escala local con relación a la normativa provincial (ej. parche de bosque). Las tres principales actividades vinculadas en forma directa con la actividad forestal resultaron en planes de manejo forestal, fiscalización y monitoreo. A partir de la Resolución COFEMA N° 277/14 se estableció un marco de trabajo para el manejo integral de los bosques, donde además de la actividad forestal se contemplaron otras potenciales actividades en virtud de las categorías de uso establecidas en la Ley N° 26.331/07.

6.4.1.1 Plan Integral

El Plan Integral (PI) se definió como el documento que sintetiza la organización, los medios y recursos, en el tiempo y en el espacio, de las distintas actividades de aprovechamiento sostenible de los recursos forestales. También considera medidas específicas para mantener o incrementar los atributos de conservación de un bosque, así como el aprovechamiento sostenible de sus recursos no maderables y servicios de un predio que contiene más de una categoría de conservación (Ley N° 26.331/07). Todo ello a los fines de propiciar medidas para mantener o

incrementar los atributos de conservación del bosque nativo (Resolución COFEMA N° 277/14). Las actividades se presentaron discriminadas según las distintas sectorizaciones de bosques con su respectiva categoría, respetando las restricciones establecidas y aplicando los Criterios locales para la aplicación de las categorías de conservación (Decreto N° 1910/12). En este sentido, la Provincia de Tierra del Fuego en virtud de la Ley Provincial N° 869/12 sobre el Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos requiere que toda actividad de uso de los recursos naturales (ej. forestal, ganadera, turbera, turística, etc.) debe estar enmarcada bajo un Plan Integral (PI) de uso a escala predial. El contenido informativo de base contempla lo necesario para la habilitación e implementación de áreas de bosques productivos para la actividad de uso forestal.

6.4.1.2 Planes de Manejo Forestal

Todo Plan de Manejo Forestal (PMF) como documento técnico y administrativo requirió enmarcarse y cumplimentar las siguientes condiciones:

(1) Es condición indispensable para iniciar los trabajos de aprovechamiento forestal, la aprobación de un plan de manejo por la Autoridad de Aplicación, reglamentariamente se establecen los contenidos y modalidades de presentación del mismo (Art. 11° de la Ley N° 145/94 y Resolución S. D. y P. N° 019/96).

(2) Todo “Plan de Manejo Sostenible de Bosques Nativos” se definió como el documento que sintetiza la organización, medios y recursos, en el tiempo y en el espacio, del aprovechamiento sostenible de los recursos forestales, maderables y no maderables, en un bosque nativo o grupo de bosques nativos, para lo cual debe incluir una descripción pormenorizada del terreno forestal en sus aspectos ecológicos, legales, sociales y económicos y, en particular, un inventario forestal con un primer nivel de detalle tal que permita la toma de decisiones en cuanto a la silvicultura a aplicar en cada una de las unidades de bosque nativo y a la estimación de su rentabilidad (Art. 4°, Ley N° 26.331/07).

(3) El Reglamento de Procedimientos Generales de la Ley Nacional N° 26.331/07 estableció los contenidos mínimos de planes de manejo y conservación. Para la modalidad de “aprovechamiento forestal” solo pueden ser presentados áreas de bosques clasificados bajo las categorías de conservación II (amarillo) o III (verde). Los contenidos mínimos correspondieron a: (a) aspectos legales y administrativos vinculados a la naturaleza y extensión de los derechos del beneficiario; (b) descripción de los antecedentes de uso del establecimiento y de las condiciones socioeconómicas de la región; (c) descripción de los recursos que serán manejados,

de su entorno natural y de las limitaciones ambientales existentes, integrados a una escala de paisaje; (d) descripción del estado inicial del sistema y/o de los estados post intervenciones a través del inventario nacional diseñado en función de los objetivos de manejo, inventario de productos forestales no madereros y/o relevamiento del estado de los servicios que brindan los bosques; (e) descripción y fundamentación del sistema de manejo (silvicultural, ganadero o el que corresponda según el recurso aprovechado), diseñado en función a la posibilidad calculada en base a la ecología del bosque y a la información obtenida de los inventarios y/o relevamientos, debe identificar y proponer medidas de conservación para las áreas de manejo que contengan valores de conservación especiales; (f) descripción detallada de la organización económica y financiera de los niveles de producción pretendidos en cantidad y calidad en función a la posibilidad y de la organización espacio-temporal del establecimiento; (g) descripción y justificación de las técnicas de aprovechamiento y del equipamiento utilizado; (h) descripción de la evolución esperada de los componentes del sistema que asegurarán su sustentabilidad (momentos, sitios, distribución, densidades, evolución de la regeneración, crecimientos, etc.); (i) descripción de los aspectos sociales relevantes previos al proyecto y del impacto social previsto; (j) declaración jurada por parte del titular de los impactos ambientales previstos en el plan para facilitar el análisis por parte de la autoridad local de aplicación, quien determinará la necesidad de efectuar un estudio de impacto ambiental; (k) prescripción de técnicas y medidas de protección ambiental necesarias para preservar los recursos naturales involucrados en el emprendimiento; (l) medidas para el monitoreo del estado del bosque y de los impactos ambientales ocasionados; (m) medidas de mitigación de impactos ambientales ocasionados; (n) descripción del tratamiento de residuos generados por las actividades del plan; y (o) cartografía que identifique la ubicación, las vías de acceso a la propiedad, los aspectos naturales relevantes y la zonificación de las actividades a desarrollar (Art. 13°, Resolución COFEMA N° 277/14).

(4) Definición de las Categorías de Conservación del Ordenamiento de los Bosques Nativos: (a) Categoría I (rojo): sectores de muy alto valor de conservación que no deben transformarse, incluye áreas que por sus ubicaciones relativas a reservas, su valor de conectividad, presencia de valores biológicos sobresalientes y/o la protección de cuencas que ejercen, ameritan su persistencia como bosque a perpetuidad, aunque estos sectores puedan ser hábitat de comunidades indígenas y ser objeto de investigación científica. (b) Categoría II (amarillo): sectores de mediano valor de conservación, que pueden estar degradados pero que a juicio de la autoridad de aplicación jurisdiccional con la implementación de actividades de restauración

pueden tener un valor alto de conservación y que podrán ser sometidos a los siguientes usos: aprovechamiento sostenible, turismo, recolección e investigación científica. (c) Categoría III (verde): sectores de bajo valor de conservación que pueden transformarse parcialmente o en su totalidad aunque dentro de los criterios de la Ley N° 26.331/07.

(5) Las Normas para la elaboración de Planes de Manejo y Ordenación de la Provincia de Tierra del Fuego establecieron los siguientes requerimientos: (a) estado legal del bosque, aspectos jurídicos y administrativos: posición administrativa, pertenencia, superficie, condiciones de dominio, límites, historia de la propiedad; (b) estado natural, descripción del sitio físico donde se realizará el plan de manejo: geografía, fisiografía, hidrografía, clima, suelo, vegetación, fauna, enfermedades y plagas, historia del bosque; (c) estado forestal; inventario, metodología de muestreo, precisión de la información, organización en unidades silvícolas (rodal) y dasocráticas (tranzón), cartografía; (d) estado económico, inversión para la realización del plan de manejo, vías de transporte, sistema de producción y de aprovechamiento, transporte de productos, planta industrial (superficie, maquinaria, proceso de elaboración, capacidad); y (e) en la planificación de la ordenación se definen objetivos silviculturales, estructura del bosque, sistemas y tratamientos silviculturales, división dasocrática (organización de la corta en el tiempo), revisión y monitoreo (Resolución S.D. y P. N° 019/96).

6.4.1.3 Fiscalización y monitoreo forestal

Para la fiscalización y monitoreo forestal se sistematizó la información normativa de acuerdo a la secuencia técnica de trabajo de la autoridad de aplicación de la Ley N° 145/94 (Ver Apartado 6.4.2). De esta manera, la actividad de aprovechamiento forestal se dividió en: (i) marcaciones silvícolas; (ii) frente de cosecha forestal y cierre de áreas aprovechadas (Figura 6.2); (iii) monitoreo forestal.

Para el punto (i) sobre marcaciones silvícolas se identificaron las siguientes consideraciones:

(1) Los árboles a abatir para su aprovechamiento deberán ser previamente habilitados mediante la tarea denominada “marcación silvícola”, por los técnicos responsables de los respectivos planes de manejo o personal de la Autoridad de Aplicación. Una vez efectuada la marcación por personal técnico, y previa autorización expresa mediante acto administrativo, el permisionario o concesionario podrá iniciar el volteo, trozado y arrastre de los productos forestales hasta los sitios acordados para su acanchoamiento y cumpliendo las normas establecidas para cada etapa (Art. 43°, Decreto N° 852/95).

(2) La autoridad forestal determinará la metodología técnica de cubicación de productos forestales para determinación de los volúmenes de extracción que serán consignados en las Guías correspondientes para la autorización de su transporte (Art. 1º, Decreto N° 1.073/16).

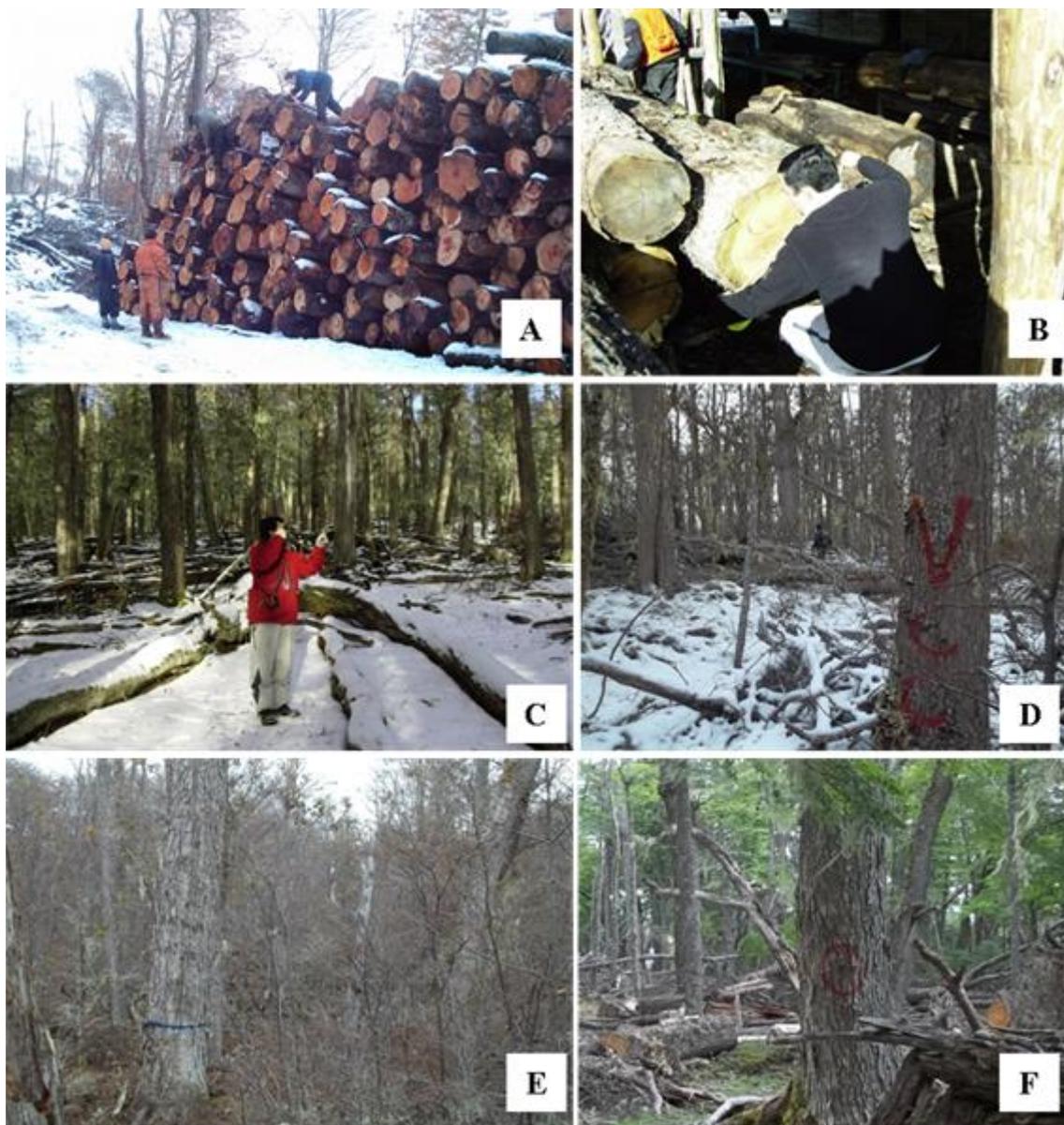


Figura 6.2. Fiscalización de la actividad de aprovechamiento forestal en bosques de producción. (A) y (B) Cubicación en pie en canchones forestales. (C) Chequeo de marcación silvícola y cubicación en pie de productos forestales a través del método de Bitterlich y modelo de cubicación propuesto por Martínez Pastur et al. (2002). (D) Simbología “V” que indica sector del bosque donde debe realizarse la “vía de saca”. (E) Árbol con anillado hecho con aerosol que indica individuo que debe quedar en pie y sin daños luego de la cosecha. (F) Árbol con círculo y punto hecho con aerosol que indica límite del área de cosecha.

(3) Prohibase todo tipo de aprovechamiento en masas forestales ubicadas una distancia menor a: 100 metros de las orillas de lagos, lagunas, costa marítima y rutas nacionales; 50 metros de rutas provinciales, ríos, arroyos, vegas y turbales; y en bosques localizados en terrenos con pendientes superiores a 25° (Art. 2°, Decreto N° 852/95).

La verificación del segundo punto (ii) frente de cosecha forestal y cierre de áreas aprovechadas, consistió en el seguimiento de la actividad de corte y arrastre de productos forestales desde el momento de la habilitación de las marcaciones silvícolas hasta la culminación de la misma (Figura 6.3). Las consideraciones fueron las siguientes:

(1) Para la construcción de caminos, canteras, canchones de acopio y campamentos no se podrá afectar más del 5 % de la superficie boscosa a intervenir (Art. 26°, Decreto N° 852/95).



Figura 6.3. Actividades durante el frente de cosecha y cierre de áreas habilitadas para el aprovechamiento forestal. (A) Registro de variables dasocráticas en el bosque cosechado. (B) Evaluación de daños mecánicos sobre la estructura remanente. (C) Caracterización y estado de los caminos forestales.

(2) Son consideradas infracciones a la normativa forestal durante las actividades de cosecha: Arrancar, abatir o dañar seriamente árboles, en contravención a las normas legales vigentes. Realizar cualquier actividad dentro de los bosques y tierras forestales sin la autorización de la Autoridad de Aplicación. El aprovechamiento forestal sin el plan de manejo aprobado por la Autoridad de Aplicación, y el no cumplimiento total o parcial de lo dispuesto en él. Impedir en cualquiera de sus aspectos la fiscalización de los planes de actividades y manejo. El incumplimiento de las normas reglamentarias que sobre el transporte forestal dicte la Autoridad de Aplicación. No permitir a la Autoridad de Aplicación el libre acceso a los lugares de trabajo, o no prestar colaboración a ésta para la realización de inspecciones. No permitir a la Autoridad de Aplicación realizar los trabajos que considere necesarios en los bosques protectores, permanentes, experimentales y degradados de propiedad privada (Art. 47°, Ley N° 145/94). El aprovechamiento sin autorización de ejemplares arbóreos en áreas calificadas como bosques de protección o permanentes. Cuando se afectara o apeara más del 5 % de la superficie boscosa a intervenir, para la construcción de caminos, canchones y canteras. La extracción o transporte de productos forestales sin el amparo de Guía Forestal Básica o autorización expresa para ello por parte de la Autoridad de Aplicación. El transporte de productos forestales no amparado por el Vale de Transporte correspondiente. El apeo de ejemplares arbóreos sin la habilitación correspondiente. La iniciación de los trabajos de aprovechamiento forestal, sin la previa aceptación del plan de manejo correspondiente. La devastación de bosques. Pastoreo en áreas degradadas o en regeneración (Art. 54°, Decreto N° 852/95).

Para el punto (iii) de monitoreo forestal, se identificaron las siguientes consideraciones:

(1) Monitoreo de planes: los permisionarios o concesionarios forestales deberán presentar ante la Autoridad de Aplicación y al concluir cada año forestal, un informe que contenga las actividades desarrolladas y una descripción del estado de la masa remanente, regeneración, suelo, plano con las vías de saca construidas y movimientos de productos forestales (ej. volumen extraído y que resta extraer) (Art. 24°, Decreto N° 852/95).

(2) Será obligatorio la instalación de al menos una parcela de muestreo permanente en cada rodal del tranzón. Las características de las parcelas y la información a levantar se deberá coordinar con la Autoridad de Aplicación (Art. 25°, Decreto N°852/95).

(3) El monitoreo del plan va más allá de los aspectos meramente silviculturales, pues incluye el control de todos los efectos negativos producto de la aplicación del plan cuyo impacto es actual y potencialmente elevado. Algunos ejemplos de efectos negativos que eventualmente deban ser monitoreados son la erosión en vías de arrastre; alteraciones en las redes de drenaje y desagüe o

acumulación de grandes cantidades de material combustible, etc. (ver Apartado 5.6 Revisión y Monitoreo, Resolución S.D.y P. N° 019/96).

Martinez Pastur et al. (2017) presentaron resultados de parcelas de monitoreo en la zona norte de la provincia, en bosques cosechados bajo cortas de protección y con mas de 20 años de registros luego de la cosecha. En relación a otros registros de largo plazo no se identificaron otros antecedentes.

Finalmente, las actividades de evaluación de planes de manejo, fiscalización y control de la actividad forestal durante el período de tiempo en que los productores se encuentran trabajando en el área, resultaron identificadas como altamente demandadas. La cual se observó como la manera de ofrecer respuestas por parte de la autoridad de aplicación a los productores forestales. En este sentido, desde la propia administración se ha requerido la continuidad de la actividad productiva como prioridad de las actuaciones del personal técnico, y no así de las acciones posteriores como el monitoreo forestal en los bosques cosechados.

6.4.2 Secuencia en las actividades técnicas en relación al cumplimiento del marco normativo

El área técnica vinculada directamente con la actividad de aprovechamiento forestal en la provincia de Tierra del Fuego correspondió a la Dirección General de Desarrollo Forestal, perteneciente en la actualidad al Ministerio de la Producción y Ambiente del Gobierno de la Provincia de Tierra del Fuego. La secuencia de actividades diarias resultó en una interacción permanente entre el sistema bosque y administrativo. En relación al primer sistema, se correspondió con las actividades que se desarrollan en el bosques de producción en dominio privado y fiscal (evaluación de de planes de manejo, marcaciones silvícolas y fiscalización). El sistema administrativo correspondió a las actividades en gabinete a los fines de elaborar las actuaciones administrativas, emisión de guías forestales para el transporte de productos forestales, informes técnicos, etc. De esta manera, las secuencias se derivaron en tres grandes ejes de trabajo: (1) plan de manejo forestal (PMF); (2) la fiscalización; y (3) el monitoreo (Figura 6.4).

(1) Plan de Manejo Forestal. Los documentos (Doc. 1) presentados son evaluados por el área técnica (Evaluación 1) a través de actividades en el terreno con el objetivo de verificar los atributos estructurales y volumétricos del área boscosa bajo interés. También se presentó una instancia administrativa cuya finalidad consistió en verificar el cumplimiento de los

requerimientos administrativos de la parte interesada (Verificación 1). En caso de que la Evaluación 1 sea aceptada para el inicio del plan especial de cortas se genera un acto administrativo de aceptación de la propuesta presentada. El área boscosa queda habilitada en términos normativos para la realización de marcaciones silvícolas de acuerdo a las prescripciones técnicas y planificación indicadas en el plan de cortas forestal.

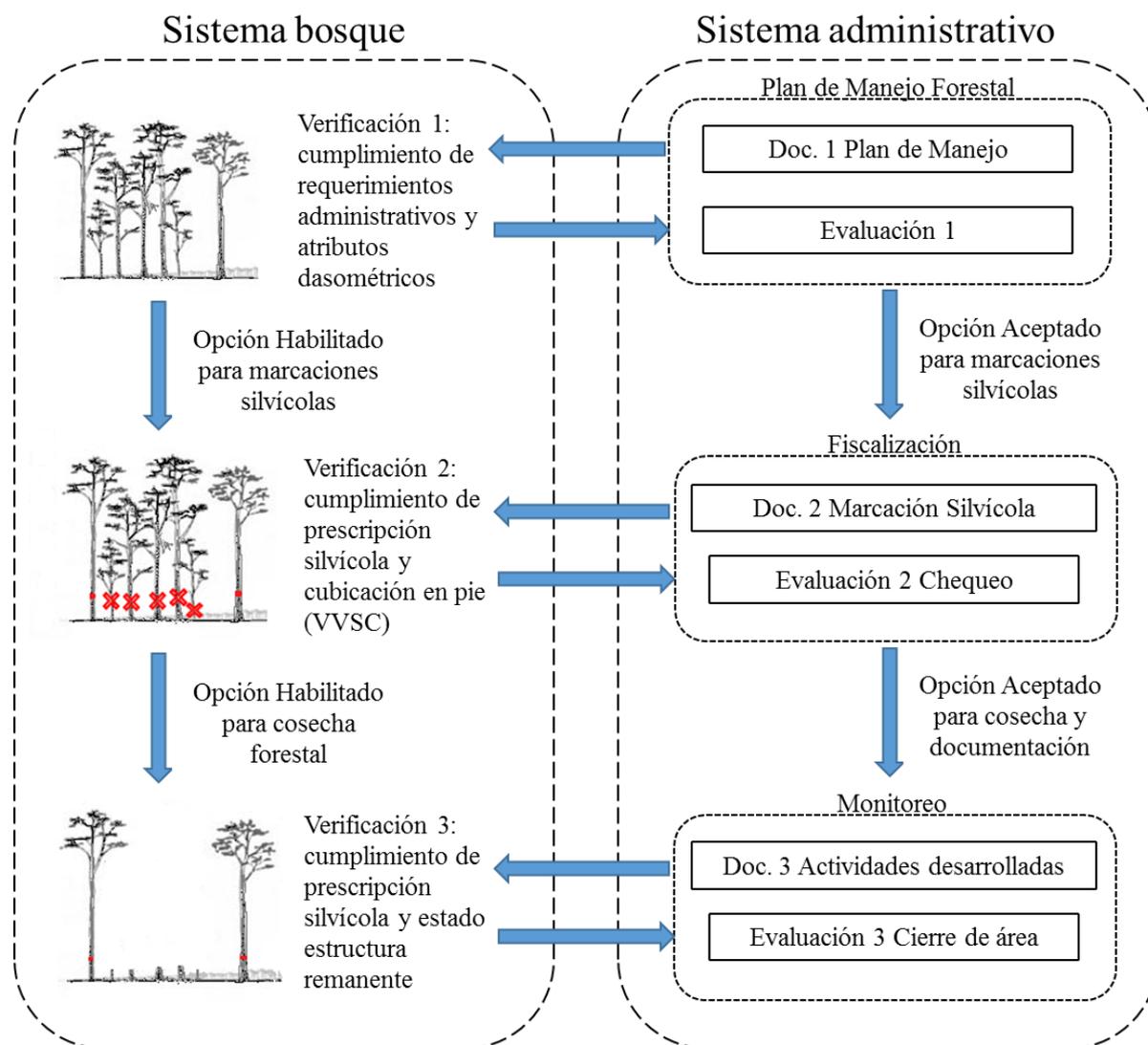


Figura 6.4. Secuencia técnica-administrativa de evaluación, fiscalización y monitoreo forestal en virtud al cumplimiento del marco normativo.

(2) Fiscalización. Una vez aceptado el Plan de Cortas Forestal a través de un acto administrativo (resolución o disposición), la autoridad de aplicación recibe las solicitudes de evaluación (Evaluación 2) de marcaciones silvícolas (Doc. 2). La finalidad consistió en verificar la prescripción silvícola, los sectores de protección por normativa forestal y determinar la cubicación en pie del área boscosa solicitada para su continuidad administrativa (emisión de

documentación forestal habilitante para la remoción de productos forestales). En caso de aceptación de la marcación silvícola se realiza la habilitación técnica para la cosecha forestal, la cual se presentó con un conjunto de códigos de uso común entre técnicos y operadores forestales a los fines de materializar límites, identificar las zonas de protección y los árboles que deben permanecer en pie luego de la cosecha (Figura 6.5).

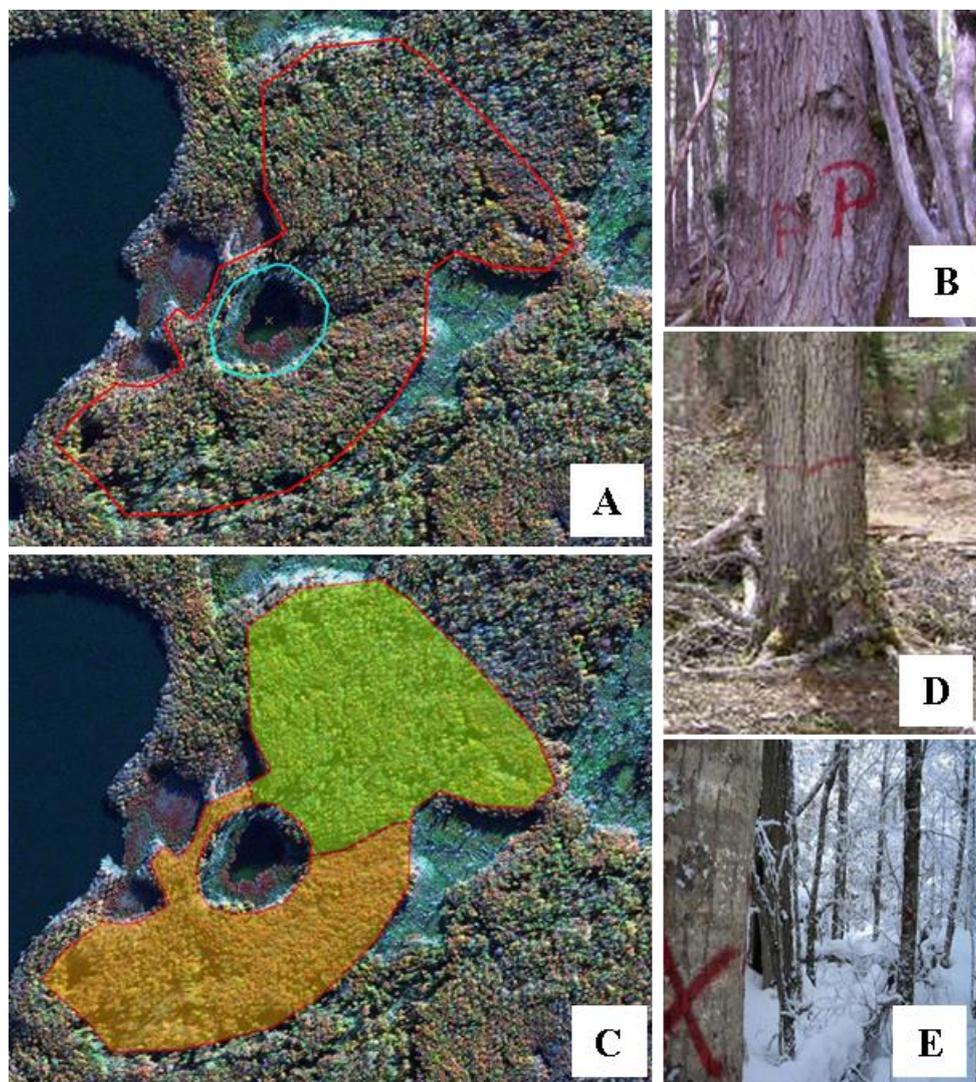


Figura 6.5. Planificación y simbologías operativas y de uso cotidiano con productores forestales. (A) Mapa de límites, línea roja corresponde al límite de la zona de cosecha, línea celeste corresponde a zona de protección. (B) Simbología “P” que indica limite por protección según normativa provincial. (C) Mapa de zonas de cosecha forestal, área verde corresponde a bosque maduro con marcación para corta de protección y área naranja corresponde a bosque cosechado con anterioridad y se destina a marcación complementaria. (D) Simbología “anillado” para cortas de protección y donde indica que el árbol anillado debe permanecer en pie y sin daños por cosecha. (E) Simbología “X” para cortas complementarias donde el árbol con “X” debe ser cosechado.

(3) Monitoreo. Al finalizar las actividades de cosecha se realiza una verificación de las actividades desarrolladas en el área habilitada (Verificación 3) a fin de desarrollar la evaluación del cierre del área (Evaluación 3) y el inicio del monitoreo. El monitoreo forestal se consideró como una actividad de evaluación de la prescripción silvícola en términos de estructura forestal remanente y desarrollo de la regeneración natural una vez finalizada la permanencia del productor forestal en el área. Según el marco normativo, se solicita la instalación de una parcela de monitoreo en una superficie equivalente a la superficie anual de cosecha forestal planificado en el plan de cortas forestal, sin embargo no se indican las variables dasocráticas sujetas a evaluación y no se observaron registros de mediano largo plazo de los bosques cosechados.

6.4.3 Consideraciones técnicas sobre la implementación de cortas de protección en los bosques de *Nothofagus pumilio*

En relación a los resultados de la presente tesis inherente a la estructura forestal cosechada bajo cortas de protección (Apartado 4.4) y desarrollo de la regeneración natural (Apartado 5.4), se observaron las siguientes consideraciones que pueden ser aplicables a las condiciones mínimas para la implementación de las cortas de protección en la provincia:

- Las cortas de protección se implementaron cumpliendo las condiciones estructurales del bosque nativo. Los inventarios determinaron estructuras forestales de *N. pumilio* regulares en fases de madurez a sobremadurez, con similitudes en valores de área basal y volumen en todas las zonas geográficas estudiadas en la provincia. Además, las áreas habilitadas para los planes de manejo cumplieron los marcos normativos en función a las Categorías de Conservación (Ley N° 26.331/07). Los umbrales de área basal y volumen resultaron similares a los antecedentes existentes en los bosques de producción de la Región XII de la República de Chile.
- La implementación de la marcación silvícola resultó de manera operativa y fácilmente accesible a los productores forestales. La marcación se materializó con el uso de simbologías en los fustes de los árboles. A través de la simbología de anillados de los árboles, se determinaron los individuos que deben quedar en pie como estructura remanente, debiendo respetar una distribución equidistante entre pies. La evaluación técnica de la marcación silvícola con lineamientos de trabajo técnico por parte de la Dirección General de Desarrollo Forestal resultó operativa. Se observó continuidad en el registro de información y una base de datos dasocráticos de los bosques intervenidos.

- Durante las actividades de evaluación de planes de manejo y marcaciones silvícolas se observó la existencia de códigos de intercambio de la información dasocrática entre los técnicos del sector privado y estatal. Dichos códigos de trabajo resultaron conducentes a generar mayor fluidez de la información y requerimientos para las actividades en el territorio, las cuales muchas veces distan de los tiempos administrativos. Lo cual resultó en una secuencia ordenada de trabajo en el territorio, de información y comunicación técnica.
- Para concluir que las cortas de protección no fueron implementadas de acuerdo a la prescripción silvícola se emplearon las siguientes variables:
 - (i) La corta de protección prescribe dejar en pie el 40 % del área basal original. La estructura remanente en las distintas zonas resultaron entre el 58 al 63 % del área basal en pie.
 - (ii) La corta de protección prescribe dejar en pie $30 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ como estructura remanente. En las áreas estudiadas la estructura remanente presentó valores entre $32,9$ a $38,9 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$.
 - (iii) De acuerdo al área basal de la estructura remanente resultó la observación del criterio selectivo durante la cosecha. De acuerdo a los informes técnicos y comunicaciones personales, la selección al momento de la cosecha resultó una práctica común realizada por los productores forestales. El criterio selectivo resultó como respuesta a la demanda de la industria local, los diámetros requeridos fueron superiores a los $40,0 \text{ cm}$ (zona este = $46,3 \pm 13,5 \text{ cm}$; zona norte = $51,4 \pm 8,7 \text{ cm}$; zona sur = $41,0 \pm 10,7 \text{ cm}$).
- Luego de la cosecha forestal no se realizaron intervenciones silvícolas de recuperación de productos madereros y/o prácticas tendientes a la puesta en valor del manejo silvícola, tal como cortas finales y manejo de estructuras juveniles a escala de producción. En este sentido, lo más común fue el abandono de los rodales cosechados sin una continuidad en el manejo forestal, dejando de lado fases posteriores de la propuesta teórica (ej. cortas finales y tratamientos intermedios). Como se indicó en el Apartado 4.5, las causas de lo indicado precedentemente se suponen debidas a la baja calidad maderera para la tecnología de aserrado existente. Los bosques primarios sobremaduros de *N. pumilio* poseen una alta proporción de individuos con pudrición central, con difícil identificación del problema previa a la cosecha y al procesamiento de las trozas. Se reportaron porcentajes de aprovechamiento del orden del 25 al 35 %.

- La estructura remanente se caracterizó por:
 - (i) Presentar daños mecánicos en alguna parte de la base, fuste y copa por cosecha forestal, del 41 al 54 % de los árboles vivos que conforman la estructura actual.
 - (ii) Contar con bajo potencial maderable de la estructura forestal actual. Según valoraciones cualitativas de sanidad, posibilidad de existencia de material aserrable, fase de desarrollo, etc., donde se observó entre:
 - (a) 46 al 51 % de los árboles en pie presentaron sanidad aceptable.
 - (b) 28 al 40 % de los árboles en pie presentaron la posibilidad de existencia de una troza con aptitud maderable.
 - (c) 38 al 62 % de los individuos correspondió a fase de envejecimiento.
- La regeneración natural luego de la cosecha presentó las siguientes consideraciones en un período máximo de 10 años luego de la cosecha:
 - (i) En todas las zonas cosechadas se establecieron desde 111,9 a 284,2 miles plantas ha⁻¹.
 - (ii) Para el período Post+5 los estratos dominantes de la regeneración fueron el estrato menor de 0,2 m (del 58,3 al 44,8 %) y el estrato entre 0,2 a 0,5 m (del 42,5 al 22,7 %); la altura media fue de 0,3 a 0, m; los mayores daños se debieron a factores bióticos (del 30,4 al 20,3 %).
 - (iii) Para el período Post+10 los estratos de la regeneración presentes fueron el estrato menor de 0,2 m (del 40,3 al 14,2 %); el estrato entre 0,2 a 0,5 m (del 34,8 al 24,2 %) y el estrato mayor a 0,5 m (fue del 55,4 al 24,9 %); la altura media fue de 0,35 a 1,2 m y los mayores daños se debieron a factores bióticos, en particular en la zona norte (81,4 %).
 - (iv) Tomando como referencia el área basal de la estructura remanente y actual, se infiere que la distribución de la regeneración natural en los rodales cosechados no cumple con un patrón de distribución regular.

En relación a las prácticas de manejo en los bosques nativos de Patagonia se observaron propuestas viables para la evaluación de las cortas de protección en los bosques de *N. pumilio*. En relación a los resultados de los Apartados 6.4.1 y 6.4.2 se consideró oportuna los resultados que realizaron los siguientes estudios;

- Garrido González (1981) concluyó en realizar tres cortas sucesivas dentro de un período de 10 años entre la primera y última corta. Se interviene el dosel superior para permitir el establecimiento de la regeneración natural luego de la cosecha. Recomendó mantener en pie al menos el 50 % del área basal para que la regeneración cuente con protección,

especialmente del viento. La cosecha final solo podría realizarse cuando la regeneración supere los 1,5 m de altura. Estos lineamientos se deben considerarse bajo la diversidad de situaciones en las que un determinado bosque se encuentre (fase de desarrollo, grado de intervención, productividad del sitio).

- Schmidt y Urzúa (1982) han propuesto dos tipos de esquemas de manejo de acuerdo a las condiciones iniciales del bosque y su estado de desarrollo. La primera alternativa consistió en cortas denominadas de “explotación y regeneración”, y la segunda se denominó cortas de “raleo y mejoramiento”. En la primera alternativa, si existe suficiente regeneración (mas de 100 miles plantas ha⁻¹) la corta puede dejar en el dosel de protección los árboles de menor calidad y extraer los de mayor valor, cuidando de mantener un dosel protector del 30 al 50 % de cobertura y, que debe permanecer por 15 a 30 años (hasta la etapa de latizal). Si la regeneración en el bosque primario no se consideró abundante, entonces se propuso la realización de cortas denominadas “semilleras”, a los fines de rebajar la cobertura inicial entre un 60 a 70 %. La segunda alternativa, no podría basarse en el criterio de cobertura de copas, sino que debiera considerarse la densidad del rodal y la calidad de árboles individuales, siendo más bien un tratamiento intermedio (raleos).
- Loguercio (1995) propuso la realización de aclareos sucesivos en tres cortas a lo largo de 20 años en la provincia de Chubut. Consideró fundamental dicha propuesta para atender a las condiciones más secas que ocurren durante los meses de verano. Estas condiciones podrían semejar a la región del ecotono estepa-bosque donde se desarrolla la zona norte de aprovechamiento forestal en Tierra del Fuego. Las cortas debieran aumentar paulatinamente la disponibilidad de luz para la liberación de los renovales y manteniendo las condiciones de protección hasta la corta final.
- Martínez Pastur et al. (2002b) presentaron un conjunto de funciones definidos bajo determinados supuestos y generaron un modelo de producción para *N. pumilio* en gradientes de calidad de sitio para Tierra del Fuego (Argentina). El sistema silvícola combinó las cortas de protección (Schmidt y Urzúa, 1982) con raleos por lo bajo (Martínez Pastur et al., 2001). Como supuesto para este modelo se consideró la implementación de la corta final como consecuencia de realizada una corta de protección. Un problema en el aprovechamiento de estos bosques resultó la pudrición central que a menudo presenta esta especie y que conduciría a la selección de árboles al momento de realizarse la cosecha. Sin embargo, al promover el crecimiento de los mejores individuos, permitiría llegar a diámetros aserrables antes de que la pudrición

castaña afecte significativamente al fuste y la práctica selectiva de individuos no sería significativa.

- Cruz et al. (2003) presentaron un modelo de silvicultura aplicable a los bosques de *N. pumilio* de la Patagonia de acuerdo al estado del bosque y a su fase de desarrollo. En aquellos bosques primarios maduros en fases de desarrollo de envejecimiento o de desmoronamiento, sugirieron comenzar el bosque futuro con una nueva generación, que puede iniciarse desde la regeneración que se establece bajo un dosel protector del bosque primario. Para esto debieran realizarse cortas de regeneración, la cobertura debe rebajarse a un nivel entre 30 y 40 % de manera de permitir que la regeneración pueda establecerse y crecer en altura. Otra alternativa, también sugerida por Salinas et al. (2019), estuvo relacionada con la realización de cortas de “pre-cosecha”, que correspondieron a cortas más suaves, de tipo raleo, destinadas no a regenerar, sino a cosechar aquel volumen que se perdería por mortalidad si no se interviene. De aplicar este tipo de intervención se postergaría la corta de regeneración para el período siguiente. En bosques intervenidos en el pasado, generalmente con cortas selectivas, la forma de intervenir podría depender de la cobertura del dosel de árboles remanentes y del desarrollo que presenta el bosque secundario. Normalmente los bosques ya intervenidos son muy heterogéneos, y cuentan con una alta diversidad de coberturas y en consecuencia distintos grados de desarrollo del bosque secundario. En situaciones de alta cobertura con escaso desarrollo de la regeneración podrían realizarse cortas de regeneración complementarias para homogeneizar la regeneración y permitir que ésta pueda desarrollarse en altura. En situaciones con un bosque secundario con regeneración avanzada correspondería realizar cortas finales del dosel remanente y clareos en la regeneración establecida. En situaciones de bosque secundario con latizal el tratamiento apropiado podría ser la corta final con raleo en el latizal.
- Cruz Johnson et al. (2005) propusieron para bosques primarios de *N. pumilio* un esquema silvícola en función al estado de desarrollo de la regeneración natural. Entre los estados de brinzal o monte bravo (DAP <10cm) el tipo de intervención correspondería a aclareos. En el estado latizal (DAP entre 10 a 30 cm) correspondería un raleo no comercial. En el estado de desarrollo correspondiente a fustal joven y maduro (DAP entre 30 a 70 cm) las intervenciones silvícolas podrían tener un fin comercial y serían graduales en función al establecimiento y desarrollo de la regeneración natural. Finalmente los estados de desarrollo de fustal envejecido, oquedal y fases sobremaduras (DAP >70 cm) el tipo de intervención sería una corta definitiva o final.

- Cellini et al. (2005, 2017) propusieron el sistema de fuste completo debido a que incrementa el rendimiento del volumen maderable del bosque (64,2 %) comparado con los métodos de trozas largas (33 %) y cortas (29 %). También generan otras ventajas, como un menor impacto en el suelo debido a la menor cantidad de recorrido realizado por la maquinaria forestal, siendo importante también para disminuir el daño a la regeneración preinstalada (Martínez Pastur et al., 1999a; Rosenfeld et al., 2006).
- Chauchard et al. (2012) indicaron la existencia de elementos estructurales del bosque funcionalmente importantes, que debieran ser mantenidos para asegurar la persistencia y la salud del bosque. Dichos elementos consisten en árboles muertos o restos, en pie o caídos y árboles sobremaduros o de edad avanzada y de gran porte, los cuales son utilizados como soporte, para nidificación y alimentación por numerosos insectos, aves y vertebrados. Recomendaron dejar un mínimo de 10 de estos árboles por hectárea, dependiendo de la estructura del rodal y el tipo de intervención al que esté sometido.
- Salinas et al. (2019) sugirieron que en bosques en fases de desarrollo de envejecimiento o desmoronamiento se debiera comenzar el bosque futuro con una nueva generación, a través de la realización de cortas relativamente fuertes para rebajar la cobertura a un nivel entre 30 y 40 %. Esta reducción permitiría que la regeneración pueda establecerse y crecer en altura. También indicaron que los lineamientos silvícolas debieran considerarse bajo la diversidad de situaciones en las que un determinado bosque se encuentre (fase de desarrollo, grado de intervención, productividad de sitio). Los bosques primarios de 150 a 160 años en fase de envejecimiento, el número de árboles suele estar conformado de 700 a 800 árboles ha⁻¹ mientras que el área basal es de 60 a 70 m² ha⁻¹, el volumen alcanza su máximo valor con 300 a 500 m³ ha⁻¹, dependiendo de la calidad de sitio. Es en ese momento que debiera realizarse la cosecha, ya que a mayor edad decrece el volumen y los problemas sanitarios aumentan. En relación a la experiencia en Chile, se plantearon tres cortas sucesivas en un período de 10 años, se mantuvieron en pie al menos el 50 % del área basal, la cosecha final solo podría realizarse cuando la regeneración supere 1,5 m de altura.
- Collado y Bava (2020) propusieron para los bosques ecotonales: i) considerar como áreas productivas solo aquellas zonas donde no se verifiquen problemas en el establecimiento y desarrollo de la regeneración natural; ii) realizar la disminución paulatina del área basal, ya sea en bosquetes o por aclareos sucesivos de manera uniforme, para evitar problemas en el desarrollo de la regeneración y proliferación de

gramíneas en el sotobosque; iii) el desarrollo de cortas sucesivas en áreas intervenidas debe estar supeditado al establecimiento de un nivel satisfactorio de regeneración.

6.4.4 Propuesta de condiciones mínimas para el proceso técnico-administrativo aplicable a la actividad forestal que mejoren la implementación de las prácticas actuales

La propuesta consistió en una secuencia de cuatro unidades de trabajo dentro de un plan integral de manejo (preferentemente predial). Los principales ejes de las unidades de trabajo resultaron en: (i) Plan de Cortas Forestal, (ii) Unidades de Manejo Forestal, (iii) Prácticas Silvícolas, (iv) Monitoreo Forestal. Las unidades de trabajo se representaron en cuartos del círculo central, mientras que se presentaron algunas de las actividades necesarias en los rectángulos unidos a su correspondiente unidad de trabajo (Figura 6.6).

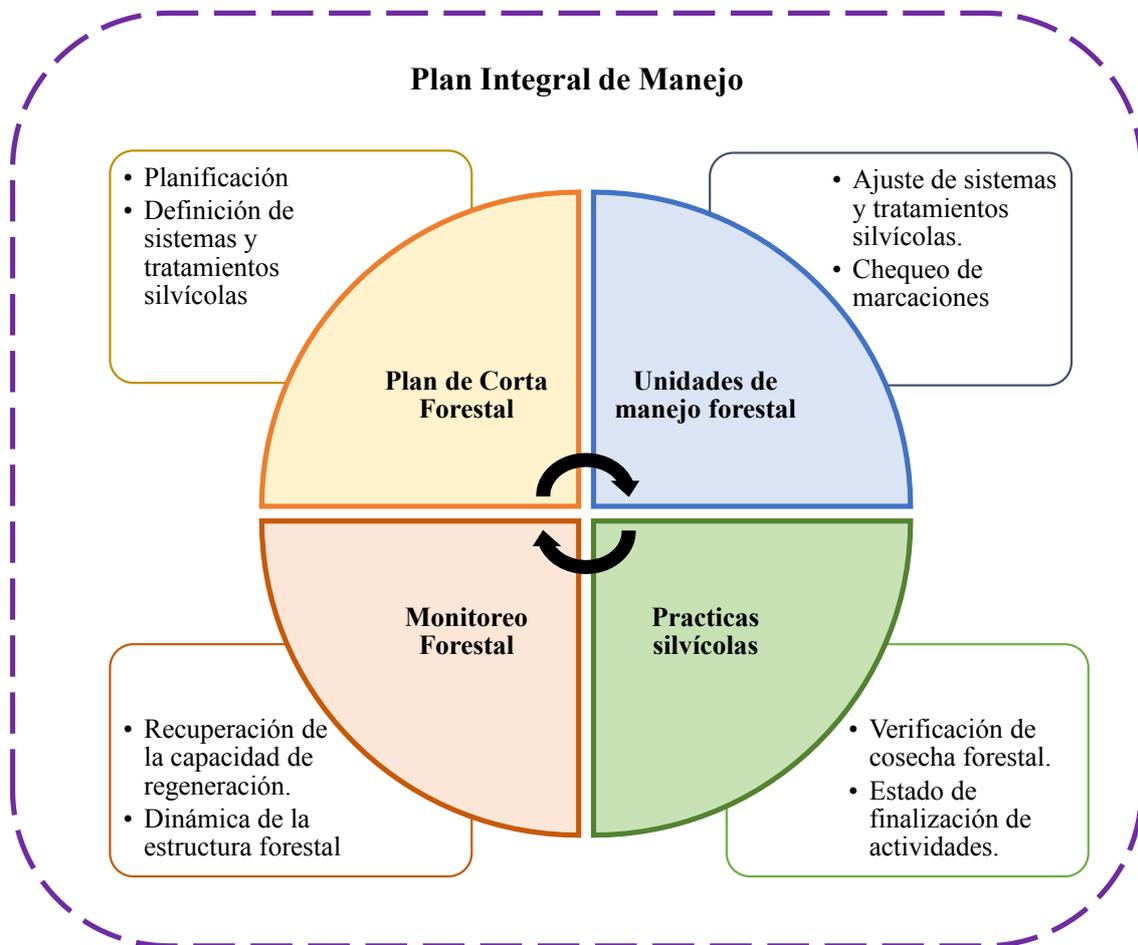


Figura 6.6. Secuencia técnica de cuatro unidades de trabajos aplicables a la evaluación y verificación de sistemas y prácticas silvícolas. Las actividades indicadas en cada rectángulo solo son referenciales.

(1) El plan de corta forestal correspondió a la planificación en el corto plazo. La finalidad correspondió al abastecimiento de madera a la industria forestal. En su concepción tradicional respondió a cuatro cuestiones básicas del manejo; cuándo, dónde, cómo y cuánto cortar durante el período de cosecha en el bosque. En virtud a ello se identificó la planificación espacio-temporal de la actividad productiva como tal, resultó la instancia donde se plantearon los posibles sistemas y tratamientos silvícolas de acuerdo a los resultados y análisis del inventario forestal. Finalmente, se observó factible la complementación con la proyección de las posibles acciones que tiendan a mejorar la operatoria de transporte de los productos forestales tales como construcción de caminos, puentes, campamentos, alambrados y cualquier otro tipo de mejora. Además la limpieza de restos leñosos u otros, eventuales tareas de plantación, medidas de protección, mantenimiento y restauración, capacitación del personal.

(2) La unidad de manejo forestal correspondió a la gestión anual de la actividad forestal. La finalidad consistió en re-definir los tratamientos silvícolas propuestas en el plan de corta (en caso de ser necesario), corrección de límites, etc. Todo ajuste que podría resultar al trabajar a escala de rodal en lugar de la escala desarrollada durante el inventario forestal. Además se consideró la evaluación de la marcación silvícola y toda actividad previa a la intervención de cosecha forestal (cubicación en pie de los productos forestales, seguimiento de apertura de caminos, zonas de acopio, etc.).

(3) Las prácticas silvícolas se relacionaron con todas las actividades que se desarrollan desde que los productores forestales ingresan al área habilitada para la cosecha hasta el momento en que se retiran de dicha área. Por lo general las actividades tienen la finalidad de verificar el avance de la cosecha, constatar el cumplimiento de los marcos normativos y evaluar el estado de la estructura forestal una vez concluida la cosecha y remoción de los productos forestales.

(4) El monitoreo se identificó como una actividad de mediano y largo plazo a los fines de la evaluación de la dinámica de la estructura forestal remanente y de la regeneración natural del bosque luego de la cosecha hasta el momento en que el bosque secundario pueda ser incorporado a un plan de tratamientos intermedios (ej. aclareos, raleos).

Las actuaciones técnicas en las cuatro unidades de trabajo resultaron en consideraciones conceptuales de ordenación forestal y en el uso de variables dasocráticas comunes. Como se indicó precedentemente, las mismas se correspondieron con las empleadas por el sector técnico estatal y del sector privado, de amplia utilización y de uso común desde inicios de la implementación de planes de manejo forestal en la provincia. Las cuales se adjuntaron en el Anexo II.

6.4.4.1 El modelo teórico para las cortas de protección

El modelo de cortas sucesivas de protección para los bosques productivos de Tierra del Fuego correspondió al propuesto por Schmidt y Urzúa (1982) con un turno de corta teórica con manejo de hasta 140 años. A través de Figura 6.7 se representó la secuencia de trabajo correspondiente a las unidades de manejo forestal, prácticas silvícolas y monitoreo forestal en caso del cumplimiento de la prescripción silvícola.

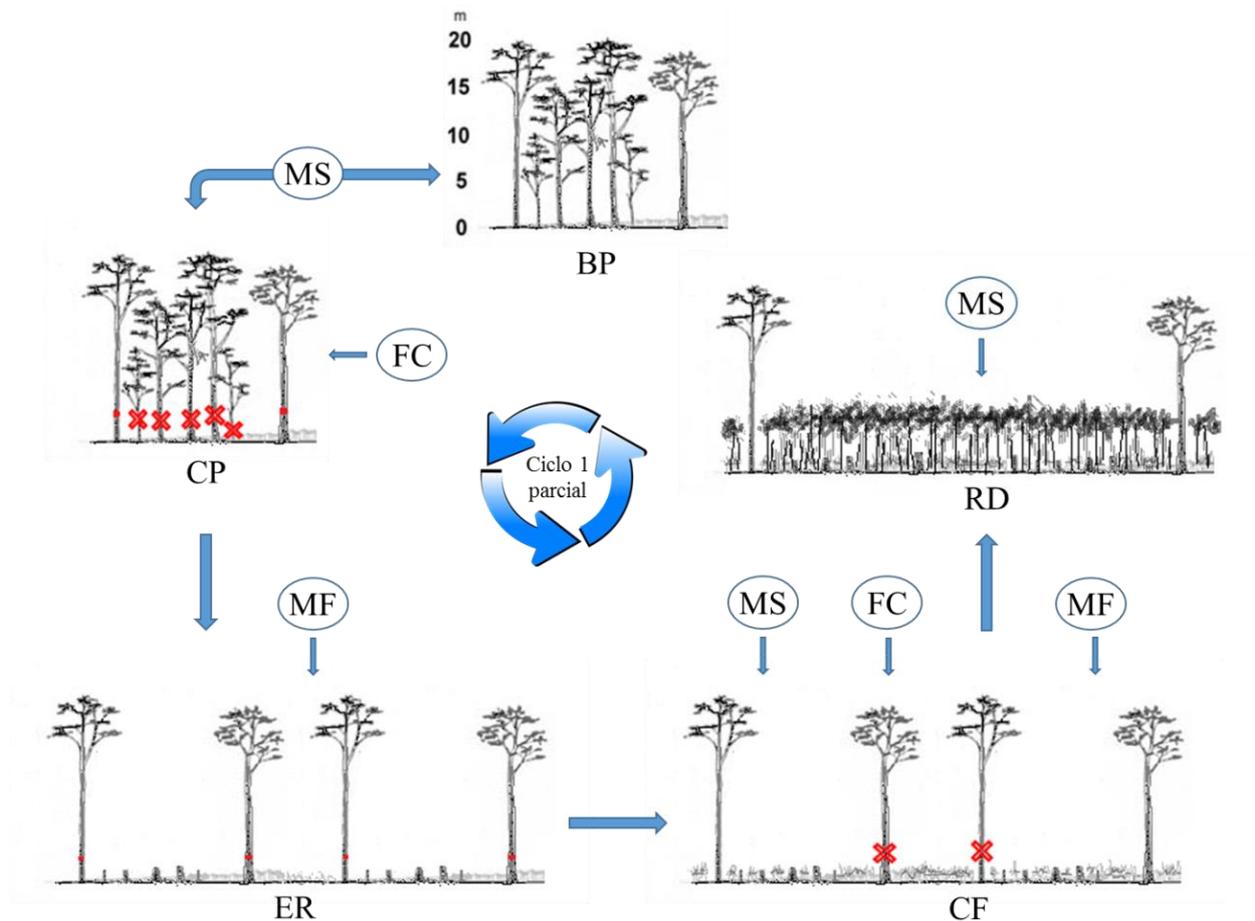


Figura 6.7. Modelo de cortas sucesivas de protección para productos comerciales en bosques primarios maduros de *N. pumilio*. BP, bosque primario; MS, marcación silvícola; FC, frente y cierre de cosecha forestal; CP, corta de protección; MF, monitoreo forestal; ER, estructura remanente; MF, monitoreo forestal; CF, corta final; RD, retención dispersa.

La estructura forestal original correspondería a un bosque primario maduro a sobremaduro (BP). También se puede considerar como estructura original a un bosque primario que fuera sujeto a una corta selectiva o floreo. De acuerdo a los resultados del inventario forestal se determina la factibilidad de realizar una corta de protección (CP), la cual se implementa en el territorio a

través de la realización y evaluación de la marcación silvícola (MS). A través de la marcación silvícola se identifican los árboles que deben quedar como estructura remanente con la práctica de anillado con aerosol de color bermellón (en la figura se indicó con un punto color rojo). De esta manera, los operarios forestales identifican a los árboles que debieran apearse (en la figura se indicó con símbolo “x” de color rojo). El momento en que se inicia la cosecha forestal da lugar a la secuencia de Prácticas Silvícolas, en dicha instancia el personal técnico de la Dirección General de Desarrollo Forestal realiza de manera periódica la verificación de avance o frente de cosecha (FC), hasta el momento en que se constata la finalización de la actividad. A partir del cierre técnico y administrativo del área habilitada queda en pie una estructura remanente (ER), con cualidades esperables de alta estabilidad y distribuidos de manera regular en rodal. En dicha etapa se inicia el período de regeneración del bosque y el monitoro forestal (MF). A través del monitoreo sería posible determinar el momento oportuno luego de la primera cosecha para realizar la corta final (CF). En este caso, la marcación silvícola identificaría los árboles que deben permanecer en pie como retención dispersa (RD). Finalmente a través del frente de cosecha se evalúa nuevamente, la finalización del aprovechamiento forestal. Se continúa el monitoreo hasta que la regeneración natural se considere apta para la realización de la marcación silvícola de tratamientos intermedios (aclareos y raleos). En todos los casos, se mantiene la continuidad del manejo forestal.

6.4.4.2 La implementación de las cortas de protección

De acuerdo a los resultados de la tesis, las áreas aprovechadas bajo cortas de protección no cumplieron las prescripciones silvícolas. En la Figura 6.8 se presentó un esquema de un modelo alternativo para las áreas cosechadas bajo una corta de protección incompleta (CI). A los fines de dar continuidad al manejo forestal, estas unidades de manejo requieren de alternativas silvícolas para otorgar valor al bosque intervenido y continuar con el manejo forestal. La propuesta consistiría en la realización de cortas sanitarias (CS) a los fines de generar una estructura remanente con un patrón regular de distribución de los árboles vivos. Los resultados de las áreas estudiadas indicaron que los criterios selectivos dejaron una estructura forestal remanente con cualidades maderables de dudosa productividad para el sector industrial local. Se plantean cortas sanitarias orientadas principalmente a otorgar regularidad al patrón de distribución de los árboles en pie, lo cual propiciaría el establecimiento también regular en toda el área intervenida de la regeneración natural. Estas cortas estarían apeando árboles sin destino comercial, generando consecuentemente, biomasa residual. Dicha corta sanitaria,

preferentemente, debería cosechar árboles que puedan ser empleadas comercialmente. Posteriormente, la evaluación del frente de cosecha determinaría una estructura remanente con un área basal acorde a la prescripción silvícola. Nuevamente, el monitoreo forestal determinaría el momento oportuno para la realización de la corta final, posteriormente se determinaría el momento para continuar el manejo forestal con tratamientos intermedios.

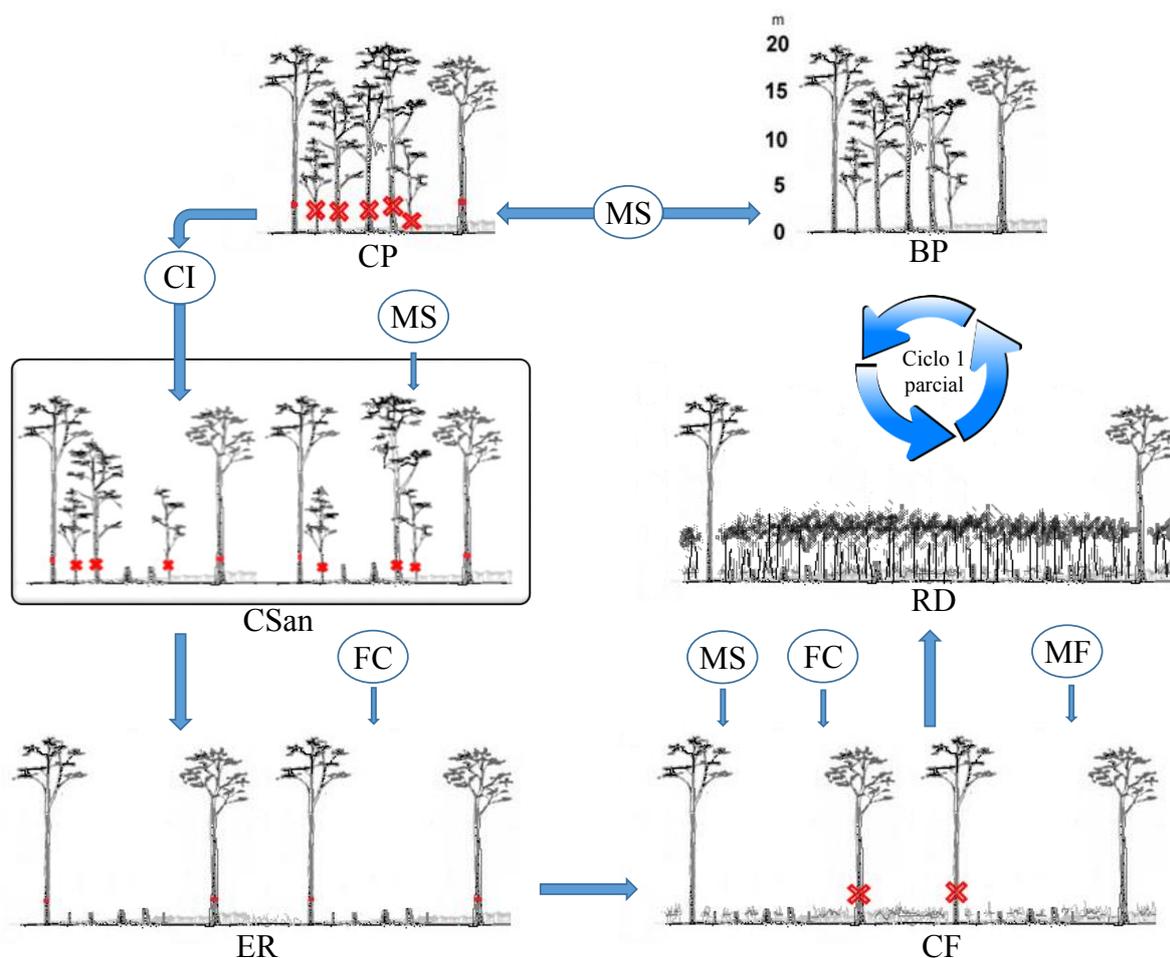


Figura 6.8. Modelo alternativo para áreas de bosques primarios con tratamientos silvícolas incompletos. BP, bosque primario; MS, marcación silvícola; FC, frente y cierre de cosecha forestal; CSan, corta sanitaria; CP, corta de protección; MF, monitoreo forestal; ER, estructura remanente; CF, corta final; RD, retención dispersa.

6.5 Discusión

En relación a la normativa actual aplicable a la actividad forestal en Tierra del Fuego

Los marcos normativos en la provincia se identificaron como actuaciones que datan del año 1994 y que periódicamente se han actualizado. Tal como observó Rios (2017), dicha

actualización estuvo en relación a la actividad forestal y a los paradigmas de uso de los recursos naturales. Desde el quehacer técnico, se actualizaron herramientas de gestión para el manejo forestal y desde la administración estatal se renovaron algunos procedimientos administrativos, especialmente a través de la digitalización de dichos procedimientos y de acercamiento a los productores al medio digital. Si bien estos procesos requieren también de que los propios productores forestales puedan acceder paulatinamente a utilizar los medios digitales para otorgar mayor operatividad a su actividad y, que puedan percibir en el corto plazo resultados satisfactorios de su propia administración. Sin embargo, se observó el incumplimiento de las prescripciones de cortas de protección y la continuidad en la selección de los árboles con aptitud maderable para la industria local. Lo cual coincidió con diversos estudios (Carabelli y Getar, 1993; Martínez Pastur et al., 2002b, 2003, 2013b; Cruz et al., 2003; Gea Izquierdo et al., 2004; Carabelli y Peri, 2005; Bava et al., 2005; Cellini et al., 2005, 2013, 2017; Donoso et al., 2018), los cuales observaron y concluyeron que, la cosecha forestal en el territorio resultan mayoritariamente como un continuo incumplimiento de los tratamientos silvícolas y de las prácticas de cosecha. A los fines de buscar alternativas ante dicha conclusión, y considerando el marco normativo relacionado a la actividad forestal, el Estado resultó el principal actor y evaluador en la habilitación de las áreas para la cosecha forestal. Tal como concluyeron Florido Trujillo y Lozano Valencia (2003), Rusch (2008), Rios (2017) y Casalderrey Zapata (2020), el Estado es el principal responsable de los recursos bajo su jurisdicción y para la administración de dichos recursos se deben fijar las pautas de ordenamiento territorial, el fomento, la promoción y la regulación de las actividades en el territorio. De acuerdo a lo observado en los resultados de la tesis, la problemática en torno a la incertidumbre de la capacidad de regeneración de los bosques cosechados en la provincia, no redundo solo en el tratamiento silvícola aplicado y a la ausencia de regeneración natural en el bosque primario, sino en las prácticas de cosecha que se realizan en el terreno (ej. arrastre de rollizos, apertura de canchones) y en el cumplimiento de las prescripciones silvícolas. Lo cual resultó vinculante a lo reportado por Vílchez (2004), Cué García (2008), Vilanova y Sabogal (2012) y Sabogal et al. (2013), quienes observaron que las políticas adoptadas por el Estado requieren tener una influencia preponderante en la adopción de prácticas de buen manejo forestal. En este sentido Dasí (2008), Rios (2017) y Burgo Bencomo et al. (2019) concluyeron que dichas medidas deben complementarse con acciones y estrategias en la toma de decisiones políticas, acompañadas con una planificación interdisciplinaria y según distintas escalas de gestión (ej. regional, paisaje y predial). Finalmente, la normativa forestal se caracterizó por una complementación entre la normativa provincial con la normativa nacional en virtud a los principios de la reciente Ley N°

26.331/07. De esta manera, se requirió la actualización de los contenidos de los planes de manejo forestal. A través de los resultados de la tesis se observó oportuna la elaboración de los contenidos mínimos para las distintas instancias que implica la actividad forestal. Para su implementación en el territorio y en virtud a los usos y costumbres relacionados a los actores productivos, se consideró significativo adoptar lo reportado por Vélchez (2004) y Ryan et al. (2020). Dichos autores destacaron la necesidad de que las políticas forestales se enuncien de manera explícita, con un lenguaje que pueda ser entendido por todos los que se relacionan en una forma u otra con el manejo de las tierras forestales. De esta manera, la normativa forestal se podría considerar aplicable a medida que la comunicación con el sector productivo pueda ser sostenido durante todo el proceso técnico y administrativo de la actividad de regulación de la actividad forestal.

En relación a las actividades técnicas implementadas en el territorio en vinculación a la evaluación, fiscalización y monitoreo.

La presentación de los planes de manejo forestal como requisito técnico y administrativo no aseguró la implementación en el territorio de las prescripciones silvícolas. Sin embargo permitió contar con la información espacial de los lugares donde se desarrollaron las actividades de cosecha y con información de base sobre la estructura original del bosque. Diversos autores durante los primeros años luego del inicio de la implementación de las cortas de protección en Tierra del Fuego (Bava, 1999ab; Cellini et al., 2003; Gea Izquierdo et al., 2004; Martínez Pastur et al., 2004ab; Carabelli y Peri, 2005) describieron las falencias en la implementación de los planes de manejo y en el monitoreo forestal. Lo cual se pudo constatar fácilmente por la marcada diferencia entre lo propuesto de manera documental en los planes de manejo y lo constatado en el territorio. De acuerdo a los registros y procedimientos de trabajo relevados en la Dirección General de Desarrollo Forestal, Parodi et al. (2017) concluyeron que en los últimos años se avanzó en el establecimiento de los lineamientos técnicos para la fiscalización, en el establecimiento de las variables de evaluación y la aplicación de los modelos estadísticos validados para la cubicación en pie de los productos forestales de las áreas sujetas a marcación silvícola. Es por ello, que las limitaciones para garantizar la sincronía entre lo prescripto en los planes de manejo forestal y los resultados en el territorio podrían encontrarse en las consideraciones técnicas de evaluación durante la implementación de las tareas de corte y arrastre de los productos. Si bien, y tal como indican González y García (2011), Duchelle et al. (2013), Cáceres et al. (2014), solo los organismos gubernamentales tienen competencias de regularización, aplicación de la ley a través de la capacidad institucional para implementar esas

acciones eficazmente, se observó de manera recurrente la necesidad de involucramiento del sector privado en el componente técnico de trabajo. En este sentido, se coincide con Sabogal et al. (1993), Miranda et al. (2005), Hartwich et al. (2006), Pérez et al. (2006) y Vallejo et al. (2016), quienes observaron la viabilidad de realizar la evaluación de planes de manejo y la implementación de la cosecha forestal a fin de generar una instancia de información común entre organismos gubernamentales y privados. De acuerdo a dichos antecedentes se consideró viable la generación de espacios de discusión a los fines de propiciar la aplicabilidad de medidas reguladoras y potenciar las fortalezas organizativas entre los sectores forestales del estado y privados, principalmente a través del flujo de información objetiva de las prácticas que se realizan en el territorio. Así, la formalización de los procedimientos técnicos y administrativos como condiciones mínimas para el manejo sostenible del recurso forestal, se observó como una línea base para la evaluación, seguimiento de las actividades de cosecha y monitoreo en el territorio y en interacción permanente con el sector privado. En este contexto, y como lo reportaron Carabelli y Peri (2005), Morán et al. (2006), Peri et al. (2021bc), Rusch y Fracassi (2021) los criterios e indicadores como herramientas metodológicas para la evaluación, fiscalización y monitoreo de los planes de cosecha forestal, serían el resultado final del proceso técnico para acercar los modelos teóricos a la práctica. La formalización de los procedimientos técnicos y administrativos se considera que podrían acompañarse de un flujo de información (ej. base de datos resultantes del inventario forestal, vectoriales de áreas de cosecha, valores de volumen cosechado y procesado, etc.) a través de un “código abierto” entre los técnicos del sector público y privado. La información que se genera en la actividad de evaluación, fiscalización y monitoreo forestal puede estar compartida a los fines de operativizar las tareas de registro en el territorio y propiciar que dichas actividades no sean reiterativas entre ambos sectores (ej. parcelas de inventario forestal compartidas para realizar parcelas en otros sectores del bosque y no en el mismo sitio).

En relación a las consideraciones técnicas sobre la implementación de las cortas de protección

Las cortas de protección en el territorio fueron implementadas de manera correcta en función a los inventarios forestales que determinaron estructuras maduras a sobremaduras en bosques puros de *N. pumilio*. Por lo tanto, las consideraciones teóricas del tratamiento silvícola en los planes de manejo forestal son coincidentes a lo observado por Soler Esteban y Gowda (2019). Dichos autores resaltan que el manejo del bosque nativo consiste en el desarrollo de actividades enmarcadas en el conocimiento de los ecosistemas forestales y la autoecología de las especies

arbóreas. La metodología de marcación silvícola para las cortas de protección resultaron operativas (ej. rapidez para la toma de datos, para el procesamiento de datos y criterios objetivos para la toma de decisiones). Tal como reportaron Jardel et al. (2008), Fernández et al. (2010), Rosa Acosta (2013), Gavito et al. (2017), el manejo depende de la combinación del conocimiento científico y la experiencia práctica, tanto para tomar decisiones adecuadas como para monitorear y evaluar sus resultados. Tanto los criterios técnicos para determinar la factibilidad de una corta de protección en los bosques primarios, como las actividades de marcación y evaluación de dicha prescripción silvícola resultó adecuado a las condiciones locales y, por sobre todo aceptado en el ámbito técnico como metodologías aplicables en pequeñas y grandes rodales. En este sentido, se coincide con lo reportado por Vílchez (2004), Merino Pérez (2018) y Ortiz y Gutierrez (2019), quienes destacan que un plan de manejo forestal es adecuado cuando está elaborado bajo las condiciones locales y que las actividades propuestas se aplican en el campo o territorio. De esta manera, se observó que la etapa de inventarios forestales, criterios de elección del tratamiento silvícola, marcación y evaluación de marcaciones silvícolas antes de la cosecha forestal podrían considerarse satisfactorios.

La implementación de las cortas de protección se encontraría no satisfactoria en la etapa de ejecución de prácticas de cosecha forestal y cierre de los rodales habilitados. Tal como se observó en otras áreas forestales del continente, Vílchez (2004), Contreras Hermosilla (2011) y Dourojeanni et al. (2021) observaron que parte del problema de la fiscalización y el monitoreo forestal son las deficiencias en las definiciones sobre que se debe supervisar y controlar. Con la actualización de los marcos normativos, también se presentaron nuevos paradigmas para el uso de los recursos naturales lo cual implicó, también el involucramiento del sector productivo. En este sentido Torres (2014), Akaki (2016), Rios (2017) concluyeron que los cambios de las prácticas culturales tradicionales por otras sustentables en los aprovechamientos podrían lograrse de manera gradual a través de la extensión forestal (entendida como un espacio de intercambio de ideas, conocimientos y técnicas destinados a mejorar procesos). Por lo que la etapa de ejecución de las prácticas de cosecha y evaluación técnica al finalizar la cosecha requerían mejorar los procesos de extensión con espacios de diálogo con los productores forestales y unificar los criterios técnicos para evaluar las áreas aprovechadas, de igual manera a como se presentó en la etapa de evaluación de las marcaciones silvícolas.

Finalmente, y un aspecto que puede considerarse relevante para la realización de la cosecha forestal en función a la prescripción silvícola resultó el volumen maderable utilizable para la industria forestal local. Autores tales como Cruz et al. (2003), Bava y Rechene (2004), Cellini et al. (2013), Ignamarca et al. (2015), Valdebenito (2016) concluyeron que es indispensable un

mercado para productos no aserrables. Mientras que la cosecha forestal continúe respondiendo a los requerimientos de volúmenes maderables de la industria local, sería difícil considerar que los avances de formalidad de las actividades, el flujo de información a través de un código abierto, entre otros, puedan asegurar el cumplimiento de la prescripción silvícola. De acuerdo a las estimaciones preliminares de la Dirección General de Desarrollo Forestal, del volumen cosechable de acuerdo a los informes de evaluación de marcaciones silvícolas, cerca del 50 % de dicho volumen queda en las áreas de cosecha como productos sin destino comercial.

En relación a la propuesta de condiciones mínimas que surge de los resultados obtenidos en esta tesis

Las prácticas de cosecha que se realizan de manera tradicional en el bosque (cosecha de los árboles con atributos para la industria forestal primaria de grandes diámetros y con sanidad satisfactoria) y la normativa forestal podrían suponerse que no aseguraron la implementación de los principios de la corta de protección en las distintas zonas geográficas estudiadas. Si bien existen desafíos para la generación de alternativas de uso comercial de los productos madereros que en la actualidad se consideran sin valor económico, también se identificaron las etapas de ejecución de la cosecha forestal y evaluación de cierre de rodales habilitados como instancias que requieren mejoras en las prácticas de cosecha. En este sentido, y tal como observaron Cordero (2011) y Ryan et al. (2020), la definición de “buenas prácticas forestales” contribuiría a generar metodologías de verificación en el territorio objetivas y de uso operativo. También dichos autores observan la necesidad de asegurar el sostenimiento en el tiempo de las mediciones. Lo cual permitiría evaluar el impacto de las prácticas implementadas y complementar con su normativa sobre la dinámica luego de la cosecha de los bosques de producción. Se observó que la continuidad en el registro de información dasocrática para la etapa de evaluación de marcaciones silvícolas por parte de la Dirección General de Desarrollo Forestal podría resultar clave para otorgar viabilidad a la ejecución de dicha práctica. Jardel et al. (2008) y Corona Jiménez (2018) concluyeron que la observación continua aporta información y conocimiento para hacer ajustes o adaptarse a condiciones cambiantes, conforme se adquiere un mejor entendimiento de las respuestas de los ecosistemas a las intervenciones humanas. De esta manera, se observó la existencia de capacidades para continuar abordando procesos de mejora en la evaluación de otras instancias de implementación de los tratamientos silvícolas. Vélchez (2004) y Bensimón et al. (2009) indicaron que la elaboración de estándares para el buen manejo forestal, en combinación con el establecimiento de un sistema de verificación, podría ayudar a hacer el control sobre el manejo forestal más transparente y en

acompañamiento con el sector productivo. Esta última afirmación permite sostener la relevancia de un código abierto de la información entre el sector técnico estatal y privado. Si bien existen prácticas de uso que se encuentran fuera del actual marco normativo, desde el punto de vista técnico se podrían alcanzar resultados esperados en la implementación de los tratamientos y prácticas silvícolas. Lo cual coincide con lo observado por Martins et al. (1994), Navarro et al. (2008) y Eke et al. (2016), quienes concluyeron que a través de reglas prácticas sería posible operar con eficiencia tanto en el territorio como en el sistema administrativo.

Por lo tanto, la propuesta de condiciones mínimas se ajustaría al proceso de mejoras a través de criterios objetivos que fueron identificados en las actuaciones de la actual área responsable de la actividad forestal en la provincia de Tierra del Fuego. Asimismo y desde el ámbito nacional la provincia se adhirió a los planes y proyectos tendientes al manejo forestal a una escala territorial y de cuencas forestales. Los resultados del presente capítulo constituirían una propuesta para complementar la implementación del manejo forestal y podría formar parte de un plan a otras escalas de trabajos tal como a escala de cuencas hidrográficas y paisaje regional. Finalmente, los resultados del presente capítulo resultan en un punto de partida para la definición de prácticas de manejo sostenibles con el acompañamiento administrativo que asegure su implementación en el territorio. Por sobre todo, se destacaron herramientas que podrían ser viables para acercar las propuestas teóricas a la implementación práctica en el terreno. De todas formas, las mismas no intentan dar una solución a todas las falencias del sector (ej. precios de mercado, tecnologías obsoletas, costos operativos, inflación), sino de potenciar un espacio de discusión en relación a las tareas convencionales de fiscalización y control de la actividad de aprovechamiento forestal.

6.6 Conclusiones particulares

El análisis del proceso técnico y administrativo responde a las normativas forestales y otorgan a los organismos estatales un rol de contralores de la actividad forestal. Los resultados de la tesis brindan una estructura metodológica y a través de las condiciones mínimas propuestas en una secuencia de unidades de trabajo (plan de corta forestal, unidades de manejo forestal, prácticas silvícolas y monitoreo forestal) y la identificación de variables dasométricas de evaluación en cada unidad, pueden constituir el disparador para alcanzar estándares de prácticas silvícolas aceptables, avanzar con los criterios e indicadores a escala local y propiciar instancias de diálogo e intercambio de información entre el sector estatal, científico y privado.

«« »»

CAPÍTULO VII

CONSIDERACIONES FINALES

7.1 Conclusiones Generales

Los bosques productivos de *N. pumilio* en Categoría II destinados a la actividad forestal se encuentran en un gradiente ambiental con macrovariables de temperatura, evapotranspiración potencial y elevación a nivel del mar similares en las zonas geográficas de cosecha. Solamente la precipitación media anual se diferencia en la zona norte en relación a las zonas sur y este. Estas zonas de cosecha forestal este y norte forman parte de la cuenca hidrográfica denominada de transición y, la zona sur forma parte de la cuenca de la cordillera. El gradiente de calidades de sitios en las áreas estudiadas se caracterizó por presentar una calidad media (CS=III), lo cual permite suponer que los planes de manejo forestal han contado con un criterio selectivo para la identificación de áreas destinadas a la planificación de cortas.

El análisis de la estructura forestal del bosque luego de 5 y 10 años de realizada la cosecha forestal identificó distintos niveles en la estructura superior del bosque desde el momento de la planificación de cortas (estructura original) hasta la finalización del aprovechamiento forestal (estructura cosechada y remanente). Se cuantificó el daño causado luego de la cosecha forestal, principalmente a causa de los vientos (estructura dañada) y el estado del bosque al momento de la medición (estructura actual). Para el análisis y ponderación de la estructura forestal se considera importante la utilización de las variables dasométricas de uso común y operativamente aceptadas por el sector técnico de los ámbitos privados y estatales. Dicho análisis posibilita la evaluación objetiva de las prácticas de cosecha de acuerdo a las prescripciones silvícolas, permite la comparación según tipos de calidades de sitios, permite evaluar las prácticas de cosecha implementadas y las capacidades tecnológicas empleadas por los productores forestales. Las estructuras originales de los bosques aprovechados en la escala territorial presentó características estructurales similares y con umbrales dasométricos acordes para la implementación de las cortas de protección. A través de la estructura cosechada se observa la continuidad del criterio selectivo de aquellos árboles con mayor aptitud para la industria forestal local (diámetros superiores a los 40,0 cm y sanidad buena). Ello implica que la estructura remanente se presente sin cumplimentar la prescripción silvícola. Es preciso destacar que durante el Post+5, un porcentaje menor de las áreas forestales en la zona sur se identificó en calidades de sitios bajas (CS=IV). Dichos recursos forestales fueron incorporadas al sistema

productivo en virtud a la demanda de productos forestales distintos a los convencionales, tal como las industrias que elaboran pallets. Lo cual representaría un aspecto favorable para incluir las áreas de menores calidades en el circuito productivo y también para la utilización de los productos de menor calidad resultantes de los aprovechamientos en calidades de sitio superiores. La estructura remanente permite identificar como principal variable de evaluación de la cosecha forestal al “área basal”. En el mediano plazo, la estructura dañada se encuentra conformada mayoritariamente por árboles caídos por efecto del viento y finalmente, la estructura actual es el resultado de una dinámica dada entre las condiciones ambientales de cada zona y por las prácticas de cosecha realizadas. Transcurridos 10 años de la cosecha forestal no existen antecedentes de continuidad del manejo forestal a través de las cortas finales de acuerdo al modelo teórico propuesto por Schmidt y Urzúa (1982). La metodología de trabajo para el registro de información en el territorio y los modelos de cubicación pueden considerarse como herramientas útiles y prácticas para la evaluación de la implementación de los tratamientos silvícolas y de la dinámica de la estructura forestal luego del aprovechamiento. Es importante resaltar que el establecimiento de las parcelas a través de estacas y el registro de las coordenadas geográficas de cada rodal estudiado, permitieron dar continuidad a la evaluación de la dinámica de la estructura forestal como parte de una de las actividades de la Dirección General de Desarrollo Forestal y también incorporarlas a la Red Argentina de Parcelas Permanentes de Bosques Nativos.

Los grupos funcionales acompañantes de la regeneración natural y la biomasa leñosa residual para un periodo luego de la cosecha de hasta 10 años, pueden considerarse favorables como cobertura sobre el suelo forestal. Dicha cobertura permite el establecimiento y desarrollo de la regeneración natural en todas las áreas de cosecha del territorio provincial. Un aspecto relevante es que dicho acompañamiento de las especies herbáceas del sotobosque y residuos leñosos no ha interrumpido el normal desarrollo de la regeneración natural. El análisis del banco de plantas instalada antes y después de la cosecha permite concluir que ambos tipos de regeneración natural se complementan satisfactoriamente. La regeneración de *N. pumilio* constituye el estrato dominante del sotobosque de los bosques estudiados. En este período se observa que la tasa de crecimiento de la regeneración postinstalada iguala e inclusive pueden superar a la tasas de crecimiento de la regeneración preinstalada. Se considera como un aspecto favorable la respuesta de la regeneración luego de la cosecha en términos de densidad y crecimiento en altura con la apertura del dosel en los niveles de estructura remanente y actual. La cual en su conjunto resulta abundante y suficiente para dar continuidad al desarrollo del bosque secundario. Se considera relevante observar que la actual dominancia de la regeneración natural en el

sotobosque, así como los resultados de densidad y alturas, han sido logrados en los primeros 10 años luego de la cosecha con la influencia de los factores bióticos y abióticos. El análisis de los modelos métricos permite observar que no existe un solo factor determinante sobre la densidad y crecimiento de la regeneración natural luego de la cosecha para una escala temporal y territorial. Las áreas estudiadas resultaron con condiciones macroclimáticas de precipitación menos favorable en la zona norte (si bien a escala territorial no existe una época con déficit hídrico), además mayor ocurrencia de daños bióticos sobre la regeneración natural. Por lo tanto, dichos agentes en la zona norte podrían influir en una tasa de ocupación y de crecimiento más lento en relación a las otras zonas, pero sin procesos observables de interrupción de ocupación de la regeneración. De esta manera, los modelos podrían responder a zonificaciones de acuerdo a la escala temporal (ej. períodos quinquenales) y territoriales (ej. zona norte, este y sur). Tanto las variables dasométricas de análisis de la estructura forestal como de la regeneración natural pueden ser consideradas para el establecimiento de los criterios e indicadores de sostenibilidad para el monitoreo forestal. Como se indicó precedentemente, corresponden a variables de uso local, operativas para su utilización y aceptadas en el ámbito técnico local.

El análisis del proceso técnico y administrativo de los organismos contralores de la actividad forestal, permiten identificar la información necesaria para complementar los procedimientos existentes con los conocimientos generados en los trabajos científicos y técnicos. También permitiría considerar los aspectos informales que ocurren durante las prácticas de cosecha y transporte de los productos forestales a los fines de facilitar la evaluación y control que deben realizar los técnicos del Estado. Las variables sicológicas y métodos de uso común entre técnicos del sector público y privado permiten el intercambio de información y discusión técnica. El manejo compartido de la información a través de un “código abierto”, permite mayor atención y complementación en la generación de información de campo (ej. evitar realizar parcelas de medición en un mismo sector). Finalmente, los resultados y propuesta elaborada pueden constituir un disparador para alcanzar estándares de prácticas silvícolas aceptables, la definición de criterios e indicadores de sostenibilidad para los bosques locales y propiciar el trabajo conjunto entre el sector estatal, científico y privado.

7.2 Recomendaciones para investigaciones futuras

- Si bien las características macroambientales de precipitación, temperatura, elevación a nivel del mar y calidades de sitio permiten avanzar con el conocimiento de los gradientes ambientales donde se desarrolla efectivamente la actividad forestal, se considera necesario incluir dichos estudios a mesoescala (zonas geográficas de actividad forestal

norte, este y sur). Lo cual permitiría incrementar los conocimientos de la influencia de dichas variables e incluir la orografía y las cuencas hidrográficas sobre la dinámica de la estructura forestal y regeneración natural luego de la cosecha.

- En virtud de las periódicas actualizaciones que requiere la normativa forestal vinculada al Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos se recomienda la generación de sinergias con los organismos responsables de dicha actualización. A fin de posibilitar el ajuste de los criterios ambientales climáticos, edáficos, orográficos, de elevación a nivel del mar entre otros, y que permitan ser aplicables a las continuas actualizaciones del marco normativo.
- El manejo forestal consiste en el uso y conservación de los bosques, para ello sería recomendable complementar la información sobre la estructura y regeneración natural de las parcelas de monitoreo con registros sobre la biodiversidad (ej. incrementar y diversificar los grupos taxonómicos analizados). Lo cual permitiría obtener una mayor interpretación del sistema natural impactado por las prácticas humanas.
- El cumplimiento de las prescripciones silvícolas de las cortas de protección en bosques primarios maduros y sobremaduros generaría un alto volumen de biomasa leñosa que en la actualidad no tiene demanda comercial. Se requieren investigaciones que permitan incorporar dicha biomasa en un circuito productivo. Además de alcanzar un uso responsable del recurso natural, permite prevenir la ocurrencia de incendios forestales.
- Las actividades de cosecha forestal, transporte y procesamiento primario demandan estudios que permitan mejorar los procesos de cada eslabón del proceso productivo que implican las capacidades humanas y tecnológicas disponibles y de bajo costo para su efectiva implementación en el territorio.
- La actividad de cosecha de los bosques de *N. pumilio* es realizado por un amplio número de productores forestales con distintas capacidades tecnológicas y operativas para la implementación de los tratamientos silvícolas. Se requieren estudios que permitan generar herramientas a los fines de establecer sinergias positivas entre los objetivos de producción maderera con los objetivos de conservación de la biodiversidad de los bosques nativos.
- Luego de la primera intervención silvícola de los bosques bajo cortas de protección hasta la actualidad no se han realizado cosechas a los fines de dar continuidad al manejo forestal. Por tal motivo, se requieren estudios que evalúen las posibles alternativas silvícolas cuya base consiste en áreas cosechadas, mayormente bajo cortas de protección

incompletas, con arboles en pie de dudosa calidad maderera y con alta biomasa leñosa acumulada debido a volteos de vientos en el transcurso de los años luego de la cosecha.

- Una de las causas que influyen en la inexistencia de demanda por las áreas cosechadas consiste en la supuesta improductividad de estas áreas y por tratarse de estructuras conformadas por árboles sobremaduros. Ello requiere estudios destinados a ponderar las existencias actuales y generar propuestas para la continuidad del manejo forestal.
- La regeneración natural de los bosques en la región del ecotono estepa-bosque es la más afectada por daños bióticos y se encuentra en una zona con menor régimen hídrico en relación a las zonas este y sur. En la actualidad existen observaciones sobre las condiciones ambientales extremas y daños por herbivoría que pueden poner en riesgo la capacidad natural de regeneración natural, en especial luego de la cosecha forestal. Por consiguiente se requiere la generación de estudios de evaluación y diagnóstico en las distintas áreas donde se realizaron cosecha forestal en la zona norte de aprovechamiento forestal.
- Si bien el régimen hídrico en la zona norte fue menor a las zonas este y sur con diferencias estadísticamente significativas, no se presentaron diferencias en la evapotranspiración potencial. Esto último concuerda con los registros territoriales que indica que en la provincia de Tierra del Fuego no existe déficit hídrico. Entonces, para la zona norte se recomienda realizar estudios que permitan determinar si el menor desarrollo de la regeneración natural se deba mayormente a los daños por herbivoría o efectivamente por condiciones de precipitación.
- La captación de carbono atmosférico que realizan los bosques, particularmente monoespecíficos y en producción forestal constituye una alternativa para valorizar los recursos forestales en complementación con los actuales usos. Para ello se requiere generar conocimientos sobre la captación de carbono en los distintos niveles de la estructura superior del bosque luego de la cosecha y el incremento de la biomasa que genera la regeneración natural.
- De acuerdo a la resiliencia y capacidad de adaptación de la regeneración natural de *N. pumilio* luego de la cosecha forestal, podría ser un objeto de estudio para predecir los posibles efectos del cambio climático a largo plazo y en especial a un análisis de meso-escala según las zonas norte, este y sur.
- Los criterios e indicadores de sostenibilidad son herramientas del monitoreo forestal y la generación de información para la toma de decisiones. En el presente trabajo de tesis se

observaron variables que hacen a la estructura superior del bosque y variables sobre la regeneración que pueden considerarse válidas para enmarcarlas en dichos criterios e indicadores. De esta manera se requiere generar mayor información sobre dichas variables y las estrategias necesarias a los fines de incorporarlas en los criterios e indicadores de sostenibilidad local.

7.3 Limitaciones del estudio realizado

- Las ubicaciones puntuales de los rodales estudiados en todo el territorio provincial estuvo condicionado por la accesibilidad a dichas áreas, lo cual podría haber restringido la distribución espacial de las muestras. Esto podría representar un sesgo en los resultados obtenidos debido a que no incorpora la tecnología de cosecha empleada por los productores forestales (ej. productores forestales con mayores capacidades operativas para realizar prácticas de cosecha con mayor cumplimiento de las prescripciones silvícolas) y los patrones de distribución y tránsito de los herbívoros nativos y exóticos.
- Los registros de precipitación y temperatura media correspondieron a variables macroclimáticas resultantes de modelos climáticos a escala territorial. Las cuales constituyen una herramienta válida en virtud a la inexistencia de estaciones meteorológicas en las zonas rurales de la provincia de Tierra del Fuego. Sin embargo, no permitieron evaluar su influencia en la dinámica natural luego de la cosecha de acuerdo al año de aprovechamiento de las áreas muestreadas (ej. variación anual o quinquenal).
- No se obtuvieron registros de datos del sotobosque antes de la cosecha forestal, por lo que no fue posible contar con un marco referencial para evaluar la dinámica del mismo. Por lo que los datos registrados solo resultaron comparables considerando el tiempo transcurrido luego de la cosecha forestal (Post+5 y Post+10).
- Los registros de regeneración natural no incluyeron ciclos de gran semillazón característico de las especies de *Nothofagus*. No se contó con información sobre la posible instalación masiva de plántulas durante el período analizado en la tesis, y la cual puede influir en los resultados obtenidos si se consideran períodos prolongados de tiempo.
- Los modelos realizados a fin de determinar la influencia de las variables de precipitación y temperatura sobre la regeneración natural han resultado limitados para la escala media o de rodal. Lo cual se debe a la inexistencia de estaciones meteorológicas en las zonas

rurales de la provincia de Tierra del Fuego. Por lo que se debió emplear modelos climáticos a escala territorial y atemporal.

«« »»

BIBLIOGRAFIA CITADA

- Acosta, M., Premoli, A. 2018. Understanding the extensive hybridization in South American *Nothofagus* through karyotype analysis, *Botanical Journal of the Linnean Society*, Volume 188, Issue 1, September 2018, Pages 74–86.
- Aguilar, L.F. 2007. El aporte de la Política Pública y de la Nueva Gestión Pública a la gobernanza. *Revista del CLAD Reforma y Democracia* 39: 5-32 p.
- Aguirre Calderón, O.A. 2002. Índices para la caracterización de la estructura de ecosistemas forestales. *Ciencia Forestal en México* 27: 5-28 p.
- Aguirre Calderón, O.A., Pérez, J.J., Garza, E.J.T. 2009. Analysis of spatial structure and diversity of forest ecosystems. *Ciencia & Investigación Forestal* 15: 5-18 p.
- Aguirre Calderón, O.A. 2015. Manejo forestal en el siglo XXI. *Madera y bosques* 21: 17-28 p.
- Akaki, P.P. 2016. Cadenas de mercancías agrícolas y desarrollo sustentable. Una revisión de cadenas locales de productos tradicionales mexicanos. *Revista Centroamericana de Administración Pública* 70: 196-227 p.
- Alberdi, M. 1987. Ecofisiología de especies chilenas del género *Nothofagus*. *Bosque* 8: 77-84.
- Alberdi, I., Sandoval, V., Condes, S., Cañellas, I., Vallejo, R. 2016. El Inventario Forestal Nacional español, una herramienta para el conocimiento, la gestión y la conservación de los ecosistemas forestales arbolados. *Ecosistemas* 25: 88-97 p.
- Albert, D.A., Barnes, B.V. 1987. Effects of clearcutting on the vegetation and soil of a sugar maple-dominated ecosystem, western Upper Michigan. *Forestry Ecological Management* 18, 283-298 p.
- Alfonso, J. 1942. Los bosques de Tierra del Fuego. *Revista Suelo Argentino* 1: 47-51 p.
- Alonso, O., Mutarelli, E., Orfila, E. 1968. Resultados de los tres primeros años del plan de investigaciones silviculturales y dasométricas necesarias para la organización económica de los bosques subantárticos argentinos. *Revista Forestal Argentina* 1: 3-21 p.
- Alvarez, S., Grosse, H. 1978. Antecedentes generales y análisis para el manejo de Lengua (*Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser) en Alto Mañihuales, Aysen. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile, Santiago de Chile, 144 p.
- Alzamora, R.M., Pinto, A., Ulloa, C., Aguilera, A. 2019. Modelamiento de la eficiencia productiva de trozas de lenga (*Nothofagus pumilio*) destinadas a la producción de madera aserrada en la Patagonia chilena. *Madera y Bosques* 25(3), e2531746. doi:10.21829/myb.2019.2531746.

- Allué, C., Arranz, J.A., Bava, J., Beneitez, J.M., Collado, L., García-López, J.M., 2010. Caracterización y cartografía fitoclimáticas del bosque nativo subantártico en la Isla Grande de Tierra del Fuego (Patagonia, Argentina). *For. Syst.* 19: 189-207 p.
- Amend, S., Giraldo, A., Oltremari, J., Sánchez, R., Valarezo, V., Yerena, E. 2002. Planes de Manejo - Conceptos y Propuestas. En: Parques Nacionales y Conservación Ambiental N° 10, UICN, GTZ, Panamá.
- Amodeo, M. R. 2014. Dispersión del cerezo de Santa Lucía (*Prunus mahaleb*) en pastizales naturales del sur de la Provincia de Buenos Aires. Tesis Doctoral. Dep. de Biología, Bioquímica y Farmacia. Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina. 217 p.
- Amoroso, M., Chillo, V., Alcalá, V., Rezzano, C., Arpigiani, D., Villacide, E. 2018. Efecto del manejo silvopastoril sobre la estructura y dinámica poblacional de bosques mixtos de ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*) y coihue (*Nothofagus dombeyi*). *Ecosistemas* 27: 33-40 p.
- Amoroso, M., Peri, P.L., Lencinas, M.V., Soler Esteban, R.M., Rovere, A.E., González Peñalba, M., Chauchard, L., Urretavizcaya, M.F., Loguercio, G., Mundo, I., Cellini, J.M., Dezzotti, A., Attis Beltrán, H., Bahamonde, H., Ladio, A., Gowda, J., Gallo, L., Quinteros, P., Sola, G., Martínez Pastur, G. 2021. Región Patagónica (Bosques Andino Patagónicos). En: Uso Sostenible del bosque: Aportes desde la Silvicultura Argentina. 1° edición especial. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación (MAyDS). Argentina, 695-809 p.
- Anderson, C., Griffith, C., Rosemond, A., Rozzi, R. y Dollenz, O. 2006a. The effects of invasive North American beavers on riparian plant communities in Cape Horn, Chile: Do exotic beavers engineer differently in sub-Antarctic ecosystems? *Biological Conservation* 128: 467-474 p.
- Anderson, C.B., Rozzi, R., Torres-Murúa, J.C., McGehee, S.M., Sherriffs, M.F., Schüttler, E., Rosemond, A.D. 2006b. Exotic vertebrate fauna in the remote and pristine sub-Antarctic Cape Horn Archipelago, Chile. *Biodiversity and Conservation* 10: 3295-3313.
- Anderson, C.B., Martínez Pastur, G., Lencinas, M.V., Wallem, P.K., Moorman, M.C., Rosemond, A.D. 2009. Do introduced North American beavers *Castor canadensis* engineer differently in southern South America? An overview with implications for restoration. *Mammal Review* 39: 33-52 p.
- Anicama González, A.J., Panduro Martínez, G.C., Revilla Loaiza, F.M., Sotelo Ramírez, S.E. 2021. Propuesta de innovación de la actividad administrativa de fiscalización orientada a

- mejorar la competitividad del país: el caso del Organismo de Supervisión de los Recursos Forestales y de Fauna Silvestre. Tesis M. Sc. Esan Graduate School of Business, Lima, Perú. 182 p.
- Antos, J. 2004. Understory plants in temperate forest. In: Forest and Forest Plants. Owens, J. y Gyde Lund, H. (Eds.). Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS). Developed under the Auspices of the UNESCO. Eolss Publishers. Paris, France.
- Anuario de Estadística Forestal. 2021. Programa Nacional de Estadística Forestal, Dirección Nacional de Bosques, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Gobierno de la Nación Argentina.
- Appendini, K., Nuijten, M. 2002. El papel de las instituciones en contextos locales. CEPAL 76: 71-88 p.
- APG. 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. Botanical journal of the Linnean Society 141: 399-436 p.
- Araya von Schwedler, J.P. 1996. Rendimiento en la recuperación de un bosque floreado de lenga (*Nothofagus pumilio*) a través de la corta de protección, en la XII Región. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile, Santiago. 68 p.
- Arias, N., Feijóo, S., Quinteros, P., Bava, J. 2015. Composición botánica de la dieta del guanaco (*Lama guanicoe*) en la Reserva Corazón de la Isla, Tierra del Fuego (Argentina): utilización estacional de *Nothofagus* spp. Bosque 36(1): 71-79 p.
- Armesto, J.J., Smith-Ramírez, C. 1994. Propuesta de la Sociedad de Ecología de Chile respecto al proyecto de ley: Recuperación del Bosque Nativo y de Fomento Forestal. Una proposición para integrar los valores ecológicos del bosque. Noticiero de Biología 2: 2-8 p.
- Armesto, J.J., Franklin, J.F., Arroyo, M.T.K., Smith-Ramírez, C. 1999. El sistema de cosecha con 'retención variable': una alternativa de manejo para conciliar los objetivos de conservación y producción en los bosques nativos chilenos. En: Silvicultura de Los Bosques Nativos de Chile. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.
- Arnott, J.T., Beese W.J. 1997. Alternatives to clearcutting in British Columbia coastal montane forests. Forest Chron 73: 670-678 p.
- Arroyo, M.T.K., Raven, P.H., Sarukhan, J. 1992. Biodiversity. In: An Agenda of Science for Environment and Development into the 21st Century. Dooge J.C.I., Goodman, J.W. La Rivière, J.M. Lefevre, T., O'Riordan, P. (Eds.). Cambridge University Press, Cambridge. 205-219 p.

- Arroyo, M.T.K., Armesto, J.J., Donoso, C., Murúa Pisano, E., Schlatter, R., Serey, I. 1995. Hacia un Proyecto Forestal Ecológicamente Sustentable. Conceptos, Análisis y Recomendaciones. Informe preparado por la Comisión Científica Independiente del Proyecto Rio Condor para Bayside, Ltd, USA. Santiago de Chile.
- Arroyo, M.T.K., Donoso, C., Murúa Pisano, E., Schlatter, R., Serey, I. 1996. Toward an Ecologically Sustainable Forestry Project. Concept, Analysis and Recommendations. Conserving biodiversity and ecosystem processes in the Rio Condor Project, Tierra del Fuego. Departamento de Investigación y Desarrollo, Universidad de Chile.
- Aubry, A.B., Amaranthus, M., Halpern, C., White, J., Woodard, B., Peterson, C., Lagoudakis, C., Horton, A. 1999. Evaluating the effects of varying levels and patterns of Green tree retention: experimental design of de DEMO study. *Northest Sci.* 73: 12-26 p.
- Bahamonde, H.A., Peri, P., Martínez Pastur, G., Monelos, L.H. 2015. Litterfall and nutrients return in *Nothofagus antarctica* forests growing in a site quality gradient with different management uses in Southern Patagonia. *Europ. J. For. Res.* 134: 113-124 p.
- Baker, F.S. 1950. Principles of Silviculture. MacGraw Hill Book Company. New York, USA.
- Bailey, D., Tappeiner, J. C. 1998. Effects of thinning on structural development in 40 to 100-year-old Douglas-fir stands in western Oregon. *Forest Ecology and Management* 108: 99-113 p.
- Baldini, A., Oltremari, J., Ramírez, M. 2008. Impacto del castor (*Castor canadensis*, Rodentia) en bosques de lenga (*Nothofagus pumilio*) de Tierra del Fuego, Chile. *Bosque* 29: 162-169 p.
- Barrera, M.D., Frangi, J.L., Richter, L.L., Perdomo, M.H., Pinedo, L.B. 2000. Structural and functional changes in *Nothofagus pumilio* forests along an altitudinal gradient in Tierra del Fuego, Argentina. *Journal of Vegetation Science* 11: 179-188 p.
- Barg, A.K., Edmonds, R. 1999. Influence of partial cutting on site microclimate, soil nitrogen dynamics, and microbial biomass in Douglas-fir stands 1 in western Washington. *Can. J. For. Res.* 29: 705-713 p.
- Bartsh, N., Rapp, C. 1995. Regeneración de la Lenga en una tala rasa en hueco. Investigación en el bosque de montaña Andino Patagónico en Argentina. En regeneración natural de la Lenga: Factores Ecológicos. Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino-Patagónico. Publicación Técnica N° 21: 50-71 p.
- Bava, J.O.; Puig, C. 1992. Regeneración natural de Lenga. Análisis de algunos factores involucrados. CIEFAP. Publicación Técnica N° 8: 85-109 p.

- Bava, J.O., Hlopec, R. 1995. El manejo sustentable de la lenga en Tierra del Fuego. Jornadas Forestales Patagónicas, San Martín de los Andes. Tomo 1: 81-96 p.
- Bava, J.O. 1999a. Aportes Ecológicos y Silviculturales a la transformación de bosques vírgenes de lenga en bosques manejados en el sector argentino de Tierra del Fuego. Publicación Técnica N° 29. CIEFAP. 138 p.
- Bava, J.O. 1999b. Los bosques de Lenga en Argentina. En: Silvicultura de los Bosques Nativos de Chile. C. Donoso y A. Lara (Eds.). Editorial Universitaria. Santiago de Chile, 421 p.
- Bava, J.O. 2000. Lenga (*Nothofagus pumilio*) forests in Argentina – from high-grading to sustainable management bases on a group selection system. Actas III Southern Connection Congress.
- Bava, J.O., Rechene, D.C. 2004. Dinámica de la regeneración de lenga (*Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl) Krasser) como base para la aplicación de sistemas silvícolas. En: Ecología y Manejo de los Bosques de Argentina. M. Arturi, J. Frangi y J. Goya (Eds.). La Plata: 1-22 p.
- Bava, J.O., Collado, L., Colombo, L., Farina, S., Favoretti, S., Jaras, F., Urquía, N. 2005. Historia y perspectivas del aprovechamiento forestal en tierras fiscales en Tierra del Fuego. En Tercer Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. AFOA, Corrientes, Argentina. ISSN1669-6786, 10 p.
- Bava, J.O.; López Bernal, P. 2006. Cortas de Selección en grupos en bosques de Lenga de Tierra del Fuego. Revista Ciencias Forestales, Quebracho 13: 77-86 p.
- Bensimón, C.L., Rodrigo Arce Rojas, R.A., Danny Pinedo García, D.P., Cáceres, R.M.R., Erich, M., Sánchez, S., Pandura, S. R. 2009. La Veeduría Forestal Comunitaria: Una respuesta a los retos del manejo forestal comunitario. Pucallpa, Perú, Instituto de Investigación de la Amazonía.
- Berros, M.V. 2015. Environmental Territorial Ordination and Civil Participation in Argentina: Possible Contributions from the Juridical Field. Braz. J. Pub. Pol'y 5: 2 p.
- Bonino N., Pelliza Sbriller, A. 1991. Composición botánica de la dieta del guanaco (*Lama guanicoe*) en dos ambientes contrastantes de Tierra del Fuego, Argentina. Ecología Austral 1: 97-102 p.
- Bonino, N., Pelliza Sbriller, A. 1992. Comparación de las dietas del guanaco, ovino y bovino en Tierra del Fuego, Argentina. Turrialba 41: 452-452 p.
- Bonino, N., Fernández, E. 1994. Distribución general y abundancia de guanacos (*Lama guanicoe*) en diferentes ambientes de Tierra del Fuego, Argentina. Ecología Austral 4: 79-85 p.

- Brancaleoni, L., Strelin, J., Gerdol, R., 2003. Relationships between geomorphology and vegetation patterns in subantarctic Andean tundra of Tierra del Fuego. *Polar Biol.* 26: 404-410 p.
- Brokaw, N., Lent, R.A. 1999. Vertical structure. In: *Maintaining biodiversity in forest ecosystems*. Hunter, M. L. (Ed.) Cambridge University Press., Cambridge, England. 373-399 p.
- Brown, J.S., Venable, D.L. 1986. Evolutionary ecology of seed-bank annuals in temporally varying environments. *American Naturalist* 127: 31-47 p.
- Bujalesky, G., Coronato, A., Roig, C., Rabassa, J. 1994. Forma de rodados de ambientes glaciogénicos del Pleistoceno y costeros actuales del lago Fagnano, Tierra del Fuego. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 49: 154-164 p.
- Burgos, J.J. 1985. Clima del extremo sur de Sudamérica. En: *Transecta Botánica de la Patagonia Austral*. O. Boelcke, D.M. Moore y FA Roig (Eds.). CONICET-Royal Society, Instituto de la Patagonia (Chile), Buenos Aires. 10-40 p.
- Burgo Bencomo, O.B., Gaitán Suazo, V., Yanez Sarmiento, J., Zambrano Morales, Á.A., Castellanos Pallerols, G., Estrada Hernández, J.A. 2019. La Economía circular una alternativa sostenible para el desarrollo de la agricultura. *Revista Espacios* 40: 2 p.
- Burkart, R., Bárbaro, N.O., Sánchez, R.O. y Gómez, D.A. 1999. *Eco-regiones de la Argentina*. Buenos Aires. 564 p.
- Cabrera, A. L. 1971. *Sociedad Argentina de Botánica. Boletín De La Sociedad Argentina de Botánica* 14.
- Cáceres, C., Alvarenga, A., Matute, M.E., Ramirez, M.A., Larios, M.V., Mundial, B. 2014. *Mejora de la Gobernanza de la Tierra en Honduras. Implementación del Marco de Evaluación de la Gobernanza de la Tierra, Programa de Administración de Tierras de Honduras, Banco Mundial*.
- Caldentey, J., Schmidt, H., Ibarra, M., Promis, A. 1998a. Modificaciones microclimáticas causadas por el uso silvícola de bosques de Lenga (*Nothofagus pumilio*), en Magallanes, Chile. Primer Congreso Latinoamericano de IUFRO. Valdivia, Chile, 22 al 28 de Noviembre.
- Caldentey, J., Ibarra, M., Peña, K., Hernández, J. 1998b. Modificaciones en el aporte y la descomposición de hojarasca por manejo silvícola en bosques naturales de *Nothofagus pumilio*, Magallanes, Chile. Primer Congreso Latinoamericano de IUFRO. Valdivia, Chile, 22 al 28 de Noviembre.

- Caldentey, J., Schmidt, H., Ibarra, M. 1999. Modificaciones ambientales debidas al manejo del bosque de Lengua en Magallanes. Informe Final Proyecto FONDECYT 1960936. 18 p.
- Caldentey, J.; Promis, A.; Schmidt, H.; Ibarra, M. 1999b. Variación microclimática causada por una corta de protección en un bosque de Lengua (*Nothofagus pumilio*). Ciencias Forestales 14: 51-58p.
- Caldentey, J., Ibarra, M., Hernández, J. 2001. Litter fluxes and decomposition in *Nothofagus pumilio* stands in the region of Magallanes, Chile. Forest Ecology and Management 148: 145-157 p.
- Caldentey, J., Mayer, H., Ibarra, M., Promis, A. 2009. The effects of a regeneration felling on photosynthetic photon flux density and regeneration growth in a *Nothofagus pumilio* forest. Eur J Forest Res 128: 5-84 p.
- Caldevilla, G., Quintillán, A.M. 2017. La Legislación Forestal en la Conservación del Bosque Nativo en Uruguay y su desarrollo a futuro. XXXI Jornadas forestales de Entre Ríos. Concordia, Argentina.
- Camacho, H.H. 1948. Geología de la cuenca del Lago Fagnano o Cami, Gobernación marítima de Tierra del Fuego. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.
- Canham, C. D., Finzi, C. D., Pacala, S.W., Burbank, D.H. 1994. Causes and consequences of resource heterogeneity in forests: interspecific variation in light transmission by canopy trees. Can. J. For. Res. 24: 337-349 p.
- Caprile Navarro, R. A. 2005. Evaluación de una corta de regeneración y el daño por viento, en un bosque de lenga (*Nothofagus pumilio*) en Russfin, Provincia de Tierra del Fuego, XII Región. 75 p.
- Carabelli, F. 1991. Estudio bibliográfico sobre lenga (*Nothofagus pumilio*) con énfasis en aspectos de dinámica y manejo del bosque. Universidad Nacional de la Patagonia - Centro de Investigaciones Forestales. 32 p.
- Carabelli, F.A., Getar, E. 1993. Propuesta metodológica de carácter cualitativo para la descripción de la regeneración en bosques de lenga (*Nothofagus pumilio* [Poepp et. Endl] Krasser). Forest Systems 2: 31-54 p.
- Carabelli, E., Peri, P.L., 2005. Criterios e Indicadores de sustentabilidad (C&I) para el Manejo Sustentable de los Bosques Nativos de Tierra del Fuego—Una herramienta metodológica para la determinación de los C&I en Patagonia, 88 p. Ediciones INTA, Buenos Aires, Argentina.

- Cárdenas, C. 2013. El fuego y el pastoreo en el páramo húmedo de Chingaza (Colombia): efectos de la perturbación y respuestas de la vegetación. Universidad Autónoma de Barcelona, España. 135 p.
- Casalderrey Zapata, M.C. 2020. El mapa, entre el consenso y el desacuerdo. Una reflexión a partir del Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos para la región andina de Río Negro, 2007-2015. Tesis para optar al Título de Magister. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Buenos Aires. Argentina. 179 p.
- Casley, D.J., Kumar, K. 1987. Project Monitoring and Evaluation in Agriculture. Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press. 159 p.
- Castañeda, F. 2004. Tendencias y perspectivas para las iniciativas de criterios e indicadores para la ordenación forestal sostenible. Recursos Naturales y Ambiente. 51-59 p.
- Cavallero, L., Ojeda, V., Chaneton, E. 2014. Interacciones Complejas. En Ecología e historia natural de la Patagonia Andina, un cuarto de siglo de investigación en biogeografía, ecología y conservación. E. Raffaele, C. Torres, M. Morales, T. Kitzberger (Eds.). Fundación de Historia Natural Félix de Azara. Buenos Aires, 133-156 p.
- Cellini, J.M., Martínez Pastur, G., Vukasovik, R., Lencinas, M.V., Díaz, B., Wabö, E., 2003. Hacia un manejo forestal sustentable en los bosques de Patagonia. Área B: Bosques para el Planeta. Actas XII Congreso Forestal Mundial. Trabajo 0013. Québec, Canadá. 21-28 Septiembre, 413 p.
- Cellini, J.M., Martínez Pastur, G., Vukasovik, R., Lencinas, M.V., Díaz, B., Wabö, E., 2005. Pautas de sustentabilidad en el manejo forestal de los bosques de *Nothofagus pumilio*. Poepp. et Endl.) Krasser. Yvyrareta 13: 77-82 p.
- Cellini, J.M., 2010. Estructura y regeneración bajo distintas propuestas de manejo de bosques de *Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser en Tierra del Fuego, Argentina. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de La Plata. La Plata, Buenos Aires, Argentina. 157 p.
- Cellini, J.M., Martínez Pastur, G., Soler Esteban, R.M., Barrera, M., Lencinas, M.V. 2013. Retención variable en bosques de *Nothofagus pumilio* (Poepp. & Endl.) Krasser en Patagonia sur: estructura forestal, estabilidad estructural y regeneración. Yvyrareta 20: 40-47 p.
- Cellini, J.M., Barrera, M.D., Lencinas, M.V., Soler Esteban, R.M., Peri, P.L., Martínez Pastur, G. 2016. Influencia de los daños por guanaco y abióticos sobre el crecimiento de la regeneración en bosques cosechados de lenga en Tierra del Fuego. V Jornadas Forestales Patagónicas. Esquel, 9 – 13 de Noviembre de 2016.

- Cellini, J.M., Martínez Pastur, G., Spagarino, C., Peri, P.L., Vukasovic, R., 2017. Rendimiento de distintos sistemas de aprovechamiento en la corta de protección de un bosque de *Nothofagus pumilio*. *Bosque* 38: 515-525 p.
- Censo Nacional de Aserraderos. 2017. Informe del Relevamiento Censal en la Provincia de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur. Ministerio de Agroindustria. Presidencia de la Nación.
- CIEFAP. 2016. Actualización de la Clasificación de Tipos Forestales y Cobertura del Suelo de la Región Bosque Andino Patagónico. Informe Final. CIEFAP.
- Collado, L., 2001. Tierra del Fuego forest: Analysis of their stratification through satellite images for the forest province inventory. *Multequina* 10: 1-16 p.
- Collado, L., 2007. La vegetación de Tierra del Fuego: de la estepa a la selva. En: Enciclopedia. Patagonia Total, Antártida e Islas Malvinas. C. Godoy Martínez (Ed). Editorial Barcelbaires. Buenos Aires, Argentina. 755-772 p.
- Collado, L., Farina, S., Jaras, F., Vargas, H. 2008. Monitoreo del estado de intervención y de la regeneración de *Nothofagus pumilio* en un plan de manejo forestal en el ecotono estepa-bosque de Tierra del Fuego, Argentina. *Bosque* 29: 85-90 p.
- Collado, L., Bava, J. 2020. Plan Regional de Conservación de los bosques de Lengua en el ecotono de Tierra del Fuego, en el contexto de cambio climático. Secretaria de Ambiente del Gobierno de la Provincia de Tierra del Fuego, CIEFAP. Ushuaia, Tierra del Fuego.
- Contreras Hermosilla, A. 2011. Pueblos, gobernanza y bosques. Gobernanza forestal y REDD. CIFOR, Indonesia. 33 p.
- Cordella, E.C. 2017. REDD+ en Chile: Análisis de las políticas públicas de Bosques y Cambio Climático y crítica al mercado de los servicios ecosistémicos. *Anuario de Derecho Público* 1: 83-116 p.
- Cordero, D. 2011. Los bosques en América Latina. Fundación Friedrich-Ebert-Stiftung. Ed. Raúl Borja. Ecuador.
- Cordone, V.J., Bava, J.O. 1997. Aplicación de la clasificación de madera en rollo de Lengua. Esquel, Argentina. CIEFAP 26: 32 p.
- Correa, M.N. 1969-1998. Flora Patagonica. Colección Científica INTA Tomo 8. Partes II, III, IVb, V, VI, VII. Buenos Aires, Argentina.
- Corona Jiménez, M.Á. 2018. El conocimiento, la percepción y disponibilidad para afrontar el cambio climático en una población emergente, los migrantes de retorno. *Estudios sociales. Revista de alimentación contemporánea y desarrollo regional* 28.

- Costantino, I. 1950. La Lengua: estudio forestal y método de tratamiento. Revista de la Facultad de Agronomía de La Plata 27: 197-220 p.
- Cozzo, D., Mutarelli, E., Orfila, E. 1967. Plan de Investigaciones silviculturales y dasonómicas necesarias para la organización económica de los bosques subantárticos argentinos. Plan N° 118. Convenio Cátedra de Dasonomía-UBA y CAFPTA. 260 p.
- Cozzo, D., Mutarelli, E., Orfila, E. 1969. Plan de Investigaciones silvo-dasocráticas en las etapas de ordenación, recuperación y reproducción económica de los bosques Andino-Patagónicos. Plan N° 129. Convenio Cátedra de Dasonomía-UBA y CAFPTA. 150 p.
- Cué García, J.L. 2008. Evaluación de la tendencia de manejo forestal sostenible en Unidades Empresariales de Bases Silvícolas pertenecientes a la Empresa Forestal Integral Cienfuegos. Tesis Doctoral. Facultad de Forestal y Agronomía. Departamento de Forestal Universidad de Pinar del Río " Hermanos Saíz Montes de Oca". Cuba. 330 p.
- Cué García, J.L. 2015. Criterios e indicadores del manejo forestal sostenible: una alternativa para su monitoreo. Revista Cubana de Ciencias Forestales: CFORES 3: 922-936 p.
- Cuevas, J.G., Arroyo, M.T. 1999. Ausencia de banco de semillas persistente en *Nothofagus pumilio* en Tierra del Fuego, Chile. Revista Chilena de Historia Natural. 72: 73-82 p.
- Cuevas, J.G. 1999. Dinámica poblacional en el límite arbóreo superior de *Nothofagus pumilio* (Poepp. Et Endl.) Krasser en Tierra del Fuego, Chile. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Cuevas, J.G. 2000. Tree recruitment at the *Nothofagus pumilio* alpine timberline in Tierra del Fuego, Chile. Journal of Ecology 84: 840-855 p.
- Cuevas, J.G. 2002. Episodic regeneration at the *Nothofagus pumilio* alpine timberline in Tierra del Fuego, Chile. Journal of Ecology 90: 52-60 p.
- Chauchard, L. 1988. Plan de Ordenación Cuartel Forestal Chachín. Convenio Administración de Parques Nacionales-Universidad Nacional de Misiones.
- Chauchard, L. 1990. Plan de Ordenación del Cuartel Lomadas de Cholila, Provincia de Chubut. Proyecto de Desarrollo Forestal del Área Cordillerana. Buenos Aires, Argentina. Consejo Federal de Inversiones. 50 p.
- Chauchard, L.; Peñalba, M.G.; Maresca, L. 1998. Revisión Ordinaria Plan de Ordenación Cuartel Forestal Chachín. Administración de Parques Nacionales.
- Chauchard, L., Maresca, L., Peñalba, M.G. 2002. Método para evaluar el estado regenerativo de un rodal y su aplicación al manejo del bosque mixto de *Nothofagus*. Quebracho 9: 29-42 p.

- Chauchard, L., Bava, J.O., Castañeda, S., Laclau, P., Loguercio, G., Pantaenius, P., Rusch, V. 2012. Manual para las Buenas Prácticas Forestales en Bosques Nativos de Norpatagonia. SAGPyA, UE, COMPYMEFOR. 200 p.
- Chen, J., Saunders, S.C., Crow, T.R., Naiman, R.J., Brososke, K.D., Mroz, G.D., Brookshire, B.L., Franklin, J.F. 1999. Microclimate in forest ecosystem and landscape ecology: variations in local climate can be used to monitor and compare the effects of different management regimes. *BioScience* 49: 288-297 p.
- Christensen, M., Emborg, J. 1996. Biodiversity in natural versus managed forest in Denmark. *For. Ecol. Manage.* 85: 47-51p.
- Crecente-Campo, F., Pommerening, A., Rodríguez-Soalleiro, R. 2009. Impacts of thinning on structure, growth and risk of Crown fire in a *Pinus sylvestris* L. plantation in northern Spain. *Forest Ecology and Management* 257: 1945-1954 p.
- Cruz, G., Schmidt H., Promis, A., Caldentey, J., 2003. Manejo Sustentable de los Bosques de *Nothofagus pumilio* en la Patagonia Chilena. Actas XII Congreso Forestal Mundial. Québec, Canadá. 21-28 Septiembre.
- Cruz Johnson, P., Honeyman Lucchini, P., Caballero Tapia, C. 2005. Propuesta metodológica de ordenación forestal, aplicación a bosques de lenga en la XI Región. *Bosque* 26: 57-70 p.
- Daffunchio, I; Villena, P. 1997. Informe final de las Areas Piloto de Rendimiento de Lenga Patagonia S.A. Rio Grande, Argentina. Lenga Patagonia S.A. 34 p.
- Damascos, M., Rapaport, E. 2002. Diferencias en la flora herbácea y arbustiva entre claros y áreas bajo dosel en un bosque de *Nothofagus pumilio* en Argentina. *Revista Chilena de Historia Natural* 75: 465-472 p.
- Daniels, L.D. 2000. The dynamics of altitudinal treelines in northern Patagonia: spatio-temporal influences of climate. Doctoral Thesis. Department of Geography, University of Colorado, Boulder, USA.
- Darlington, P.J. 1965. Geographic history of *Nothofagus*. En: *Biogeography of the Southerend of the world*. Harvard Univ. Press, 140-148 p.
- Dasí, J. F. 2008. Gobernanza territorial para el desarrollo sostenible: estado de la cuestión y agenda. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles* 46: 11-32 p.
- Decreto N° 852. 1995 Boletín Oficial N° 508. Tierra del Fuego AeIAS, Argentina.
- Decreto N° 2502. 2002. Boletín Oficial N° 1631. Tierra del Fuego AeIAS, Argentina.
- Decreto N° 1910. 2012. Boletín Oficial N° 3067. Tierra del Fuego AeIAS, Argentina.
- Decreto N° 1073. 2016. Boletín Oficial N° 3674. Tierra del Fuego AeIAS, Argentina.

- Deferrari, G., Camilion, C., Martínez Pastur, G., Peri, P. 2001. Changes in *Nothofagus pumilio* forest biodiversity and Conservation 10: 2093-2108 p.
- Del Rio-Montes, M. F.; Cañellas, I.; Montero, G. 2003. Revisión: índices de diversidad estructural en masas forestales. Investigación Agraria de Sistemas y Recursos Forestales 12: 159-176 p.
- Dezzotti, A., Manzoni, M., Sbrancia, R. 2016. Producción, almacenamiento en el suelo y viabilidad de las semillas de *Nothofagus dombeyi*, *Nothofagus obliqua* y *Nothofagus alpina* (*Nothofagaceae*) en un bosque templado del noroeste de la Patagonia argentina. Revista de la Facultad de Agronomía 115: 143-160 p.
- Díaz M.F., Armesto J.J. 2007. Limitantes físicos bióticos de la regeneración en matorrales sucesionales de la Isla Grande de Chiloé, Chile. Revista Chilena de Historia Natural 80: 13-26 p.
- Dieguez Aranda, U., Rojo Alboreca, A., Castedo Dorado, F., Álvarez Gonzalez, J., Barrio Anta, M., Crecente Campo, F., González González, J., Pérez Cruzado, C., Rodríguez Soalleiro, R., López Sánchez, C., Balboa Murias, M., Gorgoso Varela, J., Sánchez Rodriguez, F. 2009. Herramientas Selvícolas para la gestión forestal sostenible en Galicia. Universidad de Santiago de Compostela. Dirección Xeral de Montes, Xunta de Galicia, España.
- Diggle, P. J. 1989. Statistical analysis of spatial point patterns. Academic Press, London. England. 148 p.
- Dimitri M.J. 1972. La Región de los Bosques Andino Patagónicos. Sinopsis general. Colección Científica INTA. T.X. Buenos Aires.
- Dodds, P. R. 1997. Efecto del ramoneo de guanaco (*Lama guanicoe*) sobre la regeneración de lenga (*N. pumilio* (Poepp. et Endl. Krasser) en Russfin, Tierra del Fuego. Tesis de Grado. Fac. Csas. Agrarias y Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 58 p.
- Donoso, C. 1987. Variación natural en especies de *Nothofagus* en Chile. Bosque 8: 85-97 p.
- Donoso, C. 1993. Bosques templados de Chile y Argentina. Variación, estructura y dinámica. Ecología Forestal. Ed. Universitario. Santiago de Chile. Chile.
- Donoso, C., Caldentey, J. 1995. Rendimiento de lenga (*Nothofagus pumilio*) en el aserrado y su relación con las características silvícolas de los árboles. IV Jornadas Forestales Patagónicas. San Martín de los Andes, Argentina.
- Donoso, C. 1996. Ecology of *Nothofagus* forests in central Chile. En: The ecology and biogeography of *Nothofagus* forests. Veblen, T.T., Hill, R.S. y Read, J. (Eds) New Haven. Yale University Press.

- Donoso, C., Lara, A. 1999. Silvicultura de los Bosques Nativos de Chile. CONAF, WWF, Universidad Austral de Chile. Ed. Universitaria. Santiago de Chile.
- Donoso, P.J., Otero, L. A. 2005. Hacia una definición de país forestal: ¿Dónde se sitúa Chile?. Bosque 26: 5-18 p.
- Donoso, C. 2006. Floración, fructificación y semillación. En Las especies arbóreas de los bosques Templados de Chile y Argentina. Donoso Zegers C. (Ed.). Valdivia, Chile. Marisa Cuneo Ed. 31-41 p.
- Donoso, P., Ponce, D., Salas-Eljatib, C. 2018. Opciones de Manejo para bosques secundarios de acuerdo a objetivos de largo plazo y su aplicación en bosques templados del centro-sur de Chile. En: Silvicultura de bosques nativos: Experiencias en silvicultura y restauración en Chile, Argentina y el oeste de Estados Unidos. Valdivia, Chile. The Chile Initiative, OSU College of Forestry, 93-115 p.
- Donoso Zegers, C. 1993. Bosques Templados de Chile y Argentina. Variación, Estructura y Dinámica. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.
- Dourojeanni, M.J., Malleux, J., Sabogal, C., Lombardi, I., Tarazona, R., Rincón, C., Barriga, C. A. 2021. Fundamentos de una nueva política forestal para el Perú. Revista Forestal del Perú 36: 118-179 p.
- Dreiss, L.M.; Volin, J.C. 2013. Influence of leaf phenology and site nitrogen on invasive species establishment in temperate deciduous forest understories. For Ecol Manag 296: 1-8 p.
- Duchelle, A.E., Cromberg, M., Gebara, M.F., Guerra, R., Melo, T., Larson, A.M., Sunderlin, W.D. 2013. Vínculos entre reforma de la tenencia forestal, cumplimiento de las normas ambientales e incentivos: Lecciones de iniciativas de REDD+ en la Amazonia brasileña.
- Ducid, M.G., Murace, M.A., Cellini, J.M. 2005. Diversidad fúngica en el filoplano de *Osmorhiza spp.* relacionado con el sistema de regeneración empleado en bosques de *Nothofagus pumilio* en Tierra del Fuego, Argentina. Bosque 26: 33-42 p.
- Duncan, R.P. 1991. Competition and the coexistence of species in a mixed podocarp stand. Journal of Ecology 79: 1073-1084 p.
- Echeverri, R., Sotomayor Echenique, O. 2010. Estrategias de gestión territorial rural en las políticas públicas en Iberoamérica. CEPAL. Santiago de Chile.
- Eke, J., Gretzinger, S., Camacho, O., Sabogal, C., Arce, R. 2016. Desarrollo forestal empresarial por comunidades. FAO, CATIE. Costa Rica.
- Elliot, K., Swank, W. 1994. Changes in tree species diversity after successive clearcuts in the Southern Appalachians. Vegetation 115: 11-18 p.

- Ellum, D.S. 2009. Floristic Diversity in Managed Forests: Demography and Physiology of Understory Plants Following Disturbance in Southern New England Forests. *J. Sust. For.* 28: 132-151 p.
- Emborg, J. 1998. Understory light conditions and regeneration with respect to the structural dynamics of a near natural temperate deciduous forest in Denmark. *Forest Ecology and Management* 106: 83-95 p.
- Endlicher, W., Santana, A. 1988. El clima sur de la Patagonia y sus aspectos ecológicos. Un siglo de mediciones climatológicas en Punta Arenas. *Inst. Patagonia. S. Cienc. Nat.* 8: 57-86 p.
- Eskuche, U. 1973. Estudios fitosociológicos en el norte de Patagonia. I. Investigación de algunos factores de ambiente en comunidades de bosque y de chaparral. *Phytocoenologia* 1: 164-214 p.
- Espejo, G. 1996. Desarrollo de la regeneración inicial de Lenga bajo corta de protección en la XII Región. Memoria Ingeniería Forestal. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Santiago de Chile, 57 p.
- Fajardo A., de Graaf R. 2004. Tree dynamics in canopy gaps in old growth forests of *Nothofagus pumilio* in Southern Chile. *Plant Ecology* 173: 95-106 p.
- FAO. 2002. Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales, Informe Principal. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma.
- FAO. 2016. Agricultura commercial generó casi el 70% del a deforestación en América Latina. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Sección Noticias. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Recuperado de: <http://www.fao.org/americas/noticias/ver/es/c/425614/>.
- FAO. 2020. Gestión Forestal Sostenible. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <http://www.fao.org/forestry/sfm/85084/es/>
- Favoretti, S. 2020. Plan de Manejo Forestal Cuartel 6 Lenga Patagonia. Lenga Patagonia S. A. 138 p.
- Fedrowitz, K., Koricheva, J., Baker, S.C., Lindenmayer D.B., Palik, B., Rosensvald, R., Beese, W., Franklin, J. F., Kouki, J., Macdonald, E., Messier, C., Sverdrup-Thygeson, A., Gustafsson, L. 2014. Can retention forestry help conserve biodiversity? A meta-analysis. *J Appl. Ecol.* 51: 1669-1679 p.
- Fernández, C., Martínez Pastur, G., Boyeras, F., Peri, P. 1993. Funciones de altura total y área de copa para lenga (*Nothofagus pumilio*) en Lago Gral Vintter - Cerro Colorado, Provincia

- del Chubut. Alcances por clases de exposición y altitud. *Ciencia e Investigación Forestal* 7(2): 315-337 p.
- Fernández, M.C., Staffieri, G., Martínez Pastur, G., Peri, P.L. 1998. Cambios en la biodiversidad del sotobosque a lo largo del ciclo de manejo forestal de la lenga. *Actas Primer Congreso Latinoamericano IUFRO*. Valdivia, Chile. 22-18 de Noviembre.
- Fernández, R.M.R., Lobaina, Y.M., Blanco-Moreno, J.A., Conde, A.P., Méndez, Á.J.O. 2010. Red de conocimiento para el desarrollo agroalimentario, vinculando el conocimiento científico y tradicional en el municipio Mayarí, Cuba. *Ciencias de la Información* 41: 29-37 p.
- Ferrando Toso, M. 1994. Estructura de un bosque de Lenga en la XI Región y rendimiento volumétrico en la corta de protección. Tesis de Grado. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Santiago de Chile. 57 p.
- Flores, L. 2006. Aspectos sobre la flora del bosque magallánico caducifolio en la zona centro sur de su distribución natural. *Chloris Chilensis* Año 9: N° 1. URL: <http://www.chlorischile.cl>.
- Flores Aguilar, A., Robledo, M.A., Hernández, H.R., Chávez, M.G.G. 2018. Gobernanza ambiental y pagos por servicios ambientales en América Latina. *Sociedad y Ambiente* 19: 7-31 p.
- Florido Trujillo, G., Lozano Valencia, P. J. 2003. La protección de espacios y especies dentro de la ordenación territorial. Las diferentes escalas legislativas: Europa, España y País Vasco.
- Frangi, J.L., Richter, L.L. 1992. Bases ecológicas para el manejo de los bosques de *Nothofagus pumilio* en Tierra del Fuego. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata* 68: 35-52 p.
- Frangi, J.L., Richter, L.L. 1994. Balances hídricos de bosques de *Nothofagus* de Tierra del Fuego, Argentina. *Revista de la Facultad de Agronomía* 70: 65-79 p.
- Frangi, J.L., Barrera, M.D., Puigdefrábregas, J., Yapura, P.F., Arambarri, A.M., Richter, L. 2004. Ecología de los bosques de Tierra del Fuego. *Ecología y manejo de los bosques de Argentina*. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata. Buenos Aires, Argentina.
- Frangi, J.L., Perez, C.A., Martiarena, R.A., Pinazo, M.A., Martínez Pastur, G. J., Brown, A.D., Peri, P.L., Ceballos, D. 2015. Aspectos ecológicos y ambientales de los bosques nativos y plantaciones forestales en la Argentina: Una visión panorámica y conceptual.
- Franklin, J.F., Berg, D.R., Thornburgh, D.A., Tappeiner, J.C. 1997. Alternative silvicultural approaches to timber harvesting. In: *Creating a forestry for the 21st century: the science of ecosystem management*. K. Kohm, J. Franklin (Eds) Island Press, Washington D.C.: 111-139p.

- Franklin, J.F., Spies, T.A., Van Pelt, R., Carey, A.B., Thornburgh, D.A., Berg, D.R., Chen, J. 2002. Disturbances and structural development of natural forest ecosystems with silvicultural implications, using Douglas-fir forests as an example. *Forest Ecology and Management* 155: 399-423 p. doi: 10.1016/S0378-1127(01)00575-8.
- Frazer, G.W., Fournier, R.A., Trofymow, J.A., Hall, R.J. 2001. A comparison of digital and film fisheye photography for analysis of forest canopy structure and gap light transmission. *Agricultural and Forest Meteorology* 109: 249-263 p.
- Frederiksen, P. 1988. Soils of Tierra del Fuego. A Satellite-based Land Survey Approach. *Folia Geographica Danica* 18. C.A. Reitzels Forlag, Copenhagen, Dinamarca.
- Fredericksen, T., Contreras, F., Pariona, W. 2001. Guía de silvicultura para bosques tropicales de Bolivia. Santa Cruz: Proyecto Bolfor.
- Frenguelli, J. 1941. Rasgos principales de fitogeografía argentina. *Revista del Museo de La Plata (nueva serie)*, 3.
- Gadow, K.V., Hui, G. 1999. Modeling forest development. Kluwer Academic Publishers Dordrecht, The Netherlands. 212 p.
- Gadow, K.V.; Real, P.; Álvarez González, J.G. 2001. Modelización del crecimiento y la evolución de los bosques. IUFRO World Series Vol. 12, Viena.
- Gadow, K.V., Orois, S.S., Calderón, O. A.A. 2004. Manejo forestal con bases científicas. *Madera y Bosques* 10: 3-16 p.
- Gadow, K.V., Sánchez, O.S., Álvarez, J.G. 2007. Estructura y crecimiento del bosque. Göttingen, Alemania: Universidad de Göttingen.
- Gallo, E.A., Lencinas, M.V., Martínez Pastur, G. 2013. Site quality influence over understory plant diversity in old-growth and harvested *Nothofagus pumilio* forest. *Forest Syst.* 22: 25-38 p.
- Gallo, E.A. 2015. Conservación de la diversidad del sotobosque en bosques de *Nothofagus pumilio* bajo distintos tipos de aprovechamiento forestal. Tesis Doctoral. Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe, Argentina. 220 p.
- García, O. 1988. Growth modelling – A (re)view. *New Zealand Forestry* 33 : 14-17 p.
- García, J.L.C. 2015. Criterios e indicadores del manejo forestal sostenible: una alternativa para su monitoreo. *Revista Cubana de Ciencias Forestales CFORES* 3: 922-936 p.
- García, J.L.C., García, M.M., Pino, I., Téllez, O. F. 2017. Guía de procedimiento de los indicadores del Manejo Forestal Sostenible. *Revista Cubana de Ciencias Forestales: CFORES* 5: 69-80p.

- Garfias Miranda, C.A. 2005. Desarrollo de un bosque floreado de lenga y coihue de Magallanes en la provincia de Ultima Esperanza, XII Región. Tesis de Grado. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. Santiago de Chile. 40 p.
- Garib, I.A. 1996. Rendimientos volumétricos en bosques de lenga (*Nothofagus pumilio*) sometidos a cortas de protección. Provincia de Tierra del Fuego, XII Región. Tesis de Grado. Fac. Csas. Agr. y Ftas. Universidad de Chile. Santiago de Chile, Chile.
- Garrido González, F. 1981. Los sistemas silviculturales aplicables a los bosques nativos chilenos. Santiago, Chile: Proyecto CONAF/PNUD/FAO.
- Gautreau, P., Langbehn, L., Ruoso, L.E. 2014. Movilización de información en el Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos de Argentina. En Terceras Jornadas Nacionales de Investigación y Docencia en Geografía Argentina, Campus Universitario, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires Tandil, Argentina. 29p.
- Gavito, M.E., Wal, H.V.D., Aldasoro, E.M., Ayala-Orozco, B., Bullén, A.A., Cach-Pérez, M., Villanueva, G. 2017. Ecología, tecnología e innovación para la sustentabilidad: retos y perspectivas en México. Revista mexicana de biodiversidad 88: 150-160 p.
- Gea Izquierdo, G., Martínez Pastur, G., Cellini, J.M., Lencinas, M.V., Mundo, I., Burns, S., Bozzi, J. 2003. Modelos de diámetro para la fiscalización de bosques aprovechados de lenga (*Nothofagus pumilio*). Actas de las 10° Jornadas Forestales y Ambientales, Eldorado, Misiones.
- Gea Izquierdo, G., Martínez Pastur, G., Cellini, J.M., Lencinas, M.V., 2004. Forty years of silvicultural management in southern *Nothofagus pumilio* primary forests. For. Ecol. Manage. 201: 335-347 p.
- Gerding, V., Thiers, O. 2002. Caracterización de suelos bajo bosques de *Nothofagus betuloides* (Mirb) Blume, en Tierra del Fuego, Chile. Revista Chilena de Historia Natural 75: 819-833 p.
- Gowda, J.H., Kitzberger, T. 2013. Procesos y/o disturbios naturales del Parque Nacional Nahuel Huapi. Informe para la Delegación Regional Patagonia Norte.
- Gowda, J.H. 2014. Comunidades vegetales y ecosistemas terrestres. Actualización de los Planes de Manejo del Parque Nacional Lanín y Parque Nacional Nahuel Huapi. Programa de mejora de la competitividad del sector turismo. BID 1648/OC-AR.
- González, R.S.A. 1995. Rendimiento volumétrico en la corta de protección de un bosque de lenga en Monte Alto, XII Región. Tesis de Grado. Fac. de Csas. Agr. y Ftas. Universidad de Chile. Santiago de Chile. 51 p.

- González, M.E., Veblen, T., Sibold, J.S. 2010. Influence of fire severity on stand development of *Araucaria araucana* – *Nothofagus pumilio* stands in the Andean cordillera of south-central Chile. *Austral Ecology* 35: 597-615 p.
- González, J.D., García, Y. 2011. Política y gestión ambiental participativa en Venezuela. *Revista Derecho y Reforma Agraria, Ambiente y Sociedad*. Mérida 37: 73-94 p.
- González, M.E., Amoroso, M., Lara, A., Veblen, T., Donoso, C., Kitzberger, T., Mundo, I., Holz, A., Casteller, A., Paritsis, J., Muñoz, M., Suárez, L., Promis, A. 2014. Ecología de disturbios y su influencia en los bosques templados de Chile y Argentina. En: *Ecología Forestal: Bases para el Manejo Sustentable y Conservación de los Bosques Nativos de Chile*. C. Donoso, M. E. González, A. Lara (Eds.). Ediciones Universidad Austral de Chile. 720 p.
- González Peñalba, M., Chauchard, L., Castañeda, S. 1994. Plan de Ordenación Yuco Alto. Administración de Parques Nacionales-Municipalidad de San Martín de los Andes.
- Goya, F.J., Ferrando, J.J., Bocos, D.A., Yapura, P.F. 1995. Estructura y desarrollo de un rodal coetáneo de *Austrocedrus chilensis* en El Bolsón, Río Negro, Argentina. *Revista de la Facultad de Agronomía* 71: 165-171 p.
- Graells, G., Corcoran, D., Aravena, J.C. 2015. Prospección y datación de la fecha de colonización del área del Río Hollemberg, provincia de Última Esperanza, el punto más septentrional de presencia de *Castor canadensis* (Castoridae) en Sudamérica. En *Anales del Instituto de la Patagonia* 43: 61-67 p.
- Granados Sánchez, D., López-Ríos, G.F., Hernández García, M.A. 2007. Ecología y silvicultura en bosques templados. *Revista Chapingo serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 13: 67-83 p.
- Gregoire, T., 1993. Estimation of forest growth from successive surveys. *Forest Ecology and Management* 56: 267-278 p.
- Grosfeld, J., Chauchard, L., Gowda, H. 2019. Debates: ¿podemos manejar sustentablemente el bosque nativo de Patagonia norte? *Ecología Austral* 29: 156-163 p.
- Grosse Werner, H., Larraín Larraín, O., Sotomayor Garretón, Á. 2007. Guía para el manejo de los bosques dominados por especies de género *Nothofagus*. Instituto Forestal de Chile. Santiago de Chile.
- Guariguata, M.R., Arce, J., Ammour, T., Capella, J. L. 2017. Las plantaciones forestales en Perú: Reflexiones, estatus actual y perspectivas a futuro. CIFOR.
- Gustafsson, L., Bauhus, J., Asbeck, T., Augustynczyk, A.L.D., Basile, M., Frey, J., Gutzat, F., Hanewinkel, M., Helbach, J., Jonker, M., Knuff, A., Messier, C., Penner, J., Pyttel, P.,

- Reif, A., Storch, F., Winiger, N., Winke, G., Yousefpour, R., Storch, I. 2020. Retention as an integrated biodiversity conservation approach for continuous-cover forestry in Europe. *Ambio* 49: 85-97 p.
- Guichón, M. L., Milesi, F. A., Monteverde, M., Piudo, L., Sanguinetti, J. 2014. Efectos de la floración masiva de caña colihue (*Chusquea culeou*) y la superproducción de semillas de araucaria (*Araucaria araucana*) a diferentes niveles de la trama trófica. Informe Final.
- Guimarães, A. 2016. Restauración de ambientes degradados por la actividad pecuaria. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona. Brasil. 204 p.
- Gutiérrez, J.S., Fierro, L.C. 1979. "Sistemas de pastoreo" ¿superfluos y complicados?. *Rangelands Archives*, 1(4), 160-161 p.
- Gutiérrez, R.A. 2016. La política de protección de los bosques nativos en Argentina: demandas sociales tensiones nación-provincias. III Jornadas de Investigación en Política y Gobierno "Estado y Políticas públicas en Argentina: Nuevos desafíos a la luz de la investigación.
- Harper, P.J. 1977. Population biology of plants. Academic Press, Londres, Inglaterra.
- Hart, S., Chen, H. 2006. Understory vegetation and dynamics of North American Boreal Forest. *Critical Reviews in Plant Sciences* 25: 381-397 p.
- Hartwich, F., Solórzano, E., Gutiérrez, C., Monge, M. 2006. Estado de la innovación en el sector agroalimentario de Nicaragua: Oportunidades para el desarrollo sub-sectorial. *Research in Agricultural & Applied Economics*. ISNAR Division Discussion Paper 12.
- Hawley, R. C. y Smith, D. M. 1982. *Silvicultura Práctica*. Omega, Barcelona: 242-297 p..
- Heinemann, K., Kitzberger, T., Veblen, T.H. 2000. Influences of gap microheterogeneity on the regeneration of *Nothofagus pumilio* in a xeric old-growth forest of northwestern Patagonia, Argentina. *Can. J. For. Res.* 30: 25-31 p.
- Heinemann, K., Kitzberger, T. 2006. Effect of position, understory vegetation and coarse woody debris on tree regeneration in two environmentally contrasting forests of north-western Patagonia: a manipulative approach. *J. Biogeogr* 33: 1357-1367 p.
- Henn, J.J.; Anderson, C.B.; Martínez Pastur, G. 2016. Landscape-level impact and habitat factors associated with invasive beaver distribution in Tierra del Fuego. *Biological Invasions* 18: 1679-1688 p.
- Hernández Parra, P.A. 2003. Efectos de una corta de protección en la radiación fotosintéticamente activa y en el desarrollo de la regeneración de un bosque de lenga (*Nothofagus pumilio*) en la XII Región. Tesis de Grado. Fac. de Csas. Agr. y Ftiles. Universidad de Chile, Santiago de Chile. 55 p.

- Herrero Echevarría, J.A., Gómez, L.M., Díaz Quintero, G., Bravo, J.A. 2010. Criterios e indicadores de manejo forestal sostenible: una visión de futuro. Ministerio de la Agricultura. La Habana, Cuba.
- Herrera Jenó, R.P. 2000. Caída de árboles por efecto del viento en bosques de Lengua, bajo cortas de Protección en Russfín, Tierra del Fuego. Tesis de Grado. Fac. de Csas. Agr. y Ftiles. Universidad de Chile, Santiago de Chile. 76 p.
- Hijmans, R.J., Cameron, S.E., Parra, J.L., Jones, P.G., Jarvis, A. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society* 25(15): 1965-1978.
- Holmgren, M. 2002. Exotic herbivores as drivers of plant invasion and switch to ecosystem alternative states. *Biological Invasions*, 4, 25-33 p.
- Huertas Herrera, A., Lencinas, M.V., Toro Manríquez, M., Miller, J.; Martínez Pastur, G. 2020. Mapping the status of the North American beaver invasion in the Tierra del Fuego archipelago. *PLoS ONE* 15(4): e0232057. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0232057>
- Huenchuan, S. 2016. Envejecimiento e institucionalidad pública en América Latina y el Caribe: conceptos, metodologías y casos prácticos. CEPAL. Santiago de Chile.
- Hui, G.Y., Pommerening, A. 2014. Analysing tree species and size diversity patterns in multi-species uneven-aged forests of Northern China. *Forest Ecology and Management* 316: 125-138 p. doi: 10.1016/j.foreco.2013.07.029.
- Iglesias de Cuello, A. 1981. Atlas Total de la República Argentina. Atlas Físico. Centro Editor de América Latina, Buenos Aires, Argentina. 382 p.
- Ignamarca, A.A.L., Vallejos, M., Hechem, N., Mellado, V., Celis, M., Gajardo, P. 2015. Estrategia de desarrollo mesa articuladora productos forestales no madereros región del Bío Bío (2011-2014). *Ciencia & Investigación Forestal* 21: 83-96 p.
- Iturraspe, R., Sottini, R., Schröder, C., Escobar, J. 1989. Hidrología y variables climáticas del Territorio de Tierra del Fuego. Información básica. CONICET-CADIC. Ushuaia, Tierra del Fuego (Argentina). Contribución N° 7.
- Iturraspe, R., Urciuolo, A. 2000. Clasificación y caracterización de las cuencas hídricas de Tierra del Fuego. En XVIII Congreso Nacional del Agua-Temas de Río Hondo, Santiago del Estero, Argentina
- Janzen, D.H. 1971. Seed predation by animals. *Annual Review of Ecology and Systematics* 2: 465-492 p.
- Jardel, E.J., Maass, M., Castillo, A., García-Barríos, R., Porter, L., Sosa, J., Burgos, A. 2008. Manejo de ecosistemas e investigación a largo plazo. *Ciencia y Desarrollo* 34: 31-37 p.

- Johnston, C.A., Naiman, R.J. 1987. Boundary dynamics at the aquatic-terrestrial interface: the influence of beaver and geomorphology. *Landscape Ecology* 1: 47-57 p.
- Juliá, M.S. 2010. La ley de protección del bosque nativo en Argentina: algunos impactos jurídicos e institucionales del proceso de implementación. *Pampa* 6: 169-184 p.
- June, S.R., Ogden, J. 1975. Studies on the vegetation of Mount Colenso, New Zealand. 3. The population dynamics of red beech seedlings. *Proceedings of the New Zealand Ecological Society* 22: 61-66 p.
- June, S.R. 1982. Ecological studies in the indigenous forests of north Westland, New Zealand. Ph.D. thesis, University of Canterbury Christchurch, NZ. 300 p.
- Kitzberger T., Steinaker D.F., Veblen T.T. 2000. Effects of climatic variability on facilitation of tree establishment in northern Patagonia. *Ecology* 81: 1914-1924 p.
- Kreps, G., Martínez Pastur, G., Peri, P.L., 2012. Cambio climático en Patagonia Sur: Escenarios futuros en el manejo de los recursos naturales. Ed. INTA, Buenos Aires, Argentina.
- Kozlowski, T.T. 2002. Physiological ecology of natural regeneration of harvested and disturbed forest stands: implications for forest management. *Forest Ecol. Manag.* 158: 195-221 p.
- Laclau, P., Rusch, V. 2018. Matriz del Paisaje, Escalas e Interacciones en los Sistemas Silvopastoriles y Agroforestales. En: Rusch, V.; Caballé, G.; Varela, S. y J. P. Diez, Editores: Actas IV Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. San Carlos de Bariloche, Argentina: Ediciones INTA 2018, 1ª Ed., 749 pp, ISSN 1667-4014: 26-41 p.
- Lattera, P., Nahuelhual, L., Gluch, M., Peri P.L., Martínez Pastur, G. 2021. Imaginaries, transformations and resistances in Patagonian territories from a socio-ecological perspective. En: *Ecosystem Services in Patagonia: A Multi-criteria approach for an integrated assessment*. P.L. Peri, L. Nahuelhual, G. Martínez Pastur (Eds.). Springer Nature: Natural and Social Sciences of Patagonia. Capítulo 19. Springer, Cham, Switzerland (ISBN 978-3-030-69166-0). 397-427 p.
- Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los trópicos. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit-GTZ. Rossdorf, R. F. Alemania. 335 p.
- Landesmann, J.B. 2016. Refugios de fuego de *Austrocedrus chilensis* y su función en la expansión del bosque sobre el matorral en el noroeste de la Patagonia. Tesis Doctoral. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina. 117 p.
- Leiva Lavalle, J. 2012. Pensamiento y práctica de la planificación en América Latina. Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación y Economía Social. CEPAL. Santiago de Chile.

- Lencinas, M.V., Martínez Pastur, G., Peri, P., Fernández, C. 1998. Patrones de espaciamiento en bosques de lenga en Tierra del Fuego. Actas Primer Congreso Latinoamericano de IUFRO. Valdivia, Chile, 22-28 de Noviembre.
- Lencinas, M.V., Martínez Pastur, G., Cellini, J.M., Busso, C., Gallo, E. 2003. Conservación de la biodiversidad de los bosques de Patagonia Sur bajo manejo silvícola. Decimas Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales, Facultad de Ciencias Forestales, UNaM, EEA Montecarlo INTA, Misiones, Argentina.
- Lencinas, M.V. 2005. Biodiversidad en el bosque productivo de *Nothofagus pumilio* y sus ambientes asociados en Tierra del Fuego. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Sur, Bahía Blanca.
- Lencinas, M.V., Martínez Pastur, G., Medina, M., Busso, C. 2005. Richness and density of birds in timber *Nothofagus pumilio* forests and their unproductive associated environments. *Biodiversity and Conservation* 14: 2299-2320 p.
- Lencinas, M.V., Martínez Pastur, G., Moretto, A., Gallo, E., Busso, C. 2007. Productividad diferencial de biomasa en plántulas de *Nothofagus pumilio* bajo gradientes de luz y humedad del suelo. *Bosque* 28: 241-248 p.
- Lencinas, M.V., Martínez Pastur, G., Gallo, E., Cellini, J.M. 2011. Alternative silvicultural practices with variable retention to improve understory plant diversity conservation in southern Patagonian forests. *Forest Ecology and Management* 262: 1236-1250 p.
- Lencinas, M.V., Sola, F., Martínez Pastur, G. 2017. Variable retention effects on vascular plants and beetles along a regional gradient in *Nothofagus pumilio* forests. *Forest Ecology and Management* 406: 251-265 p.
- Ley N° 145. Ley Forestal. B.O. N° 374 del 11/07/94. Tierra del Fuego, AeIAS, Argentina.
- Ley N° 869. Ley de ordenamiento territorial de bosques nativos. B.O. N° del 25/04/12. Tierra del Fuego, AeIAS, Argentina.
- Ley N° 26331. Ley de presupuestos mínimos de protección ambiental de los bosques nativos. B.O. del 26/12/2007. Argentina.
- Lindenmayer, D.B., Franklin, J.F., Fischer, J. 2006. General management principles and a checklist of strategies to guide forest biodiversity conservation. *Biol Conserv* 131: 433-445 p.
- Lindenmayer, D., Franklin, J.F., Löhmus, A., Baker, S.; Bauhus, J., Beese, W., Brodie, A., Kiehl, B., Kouki, J., Martinez Pastur, G., Messier, Ch.; Neyland, M., Palik, B., Sverdrup-Thygeson, A., Volney, J., Wayne, A., Gustafsson, L. 2012. A major shift to the retention

- approach for forestry can help resolve some global forest sustainability issues. Conservation letter. doi: 10.1111/j.1755-263X.2012.00257.x.
- Liu, Q.J., Kondoh, A., Takeuchi, N. 1998. The forest vegetation and its differentiation under disturbance in a temperate mountain, China. *Journal of Forest Research* 3: 111-117 p.
- Lizarralde, M.S., Escobar, J. Bianciotto, O. 1989. Libro del PEOAF. Cap. El castor (*Castor canadensis*) en Tierra del Fuego: efecto de alteración ambiental y su aprovechamiento como recurso natural. Ed. Haniss, Museo del Fin del Mundo. Ushuaia, Argentina.
- Lizarralde, M.S. 1993. Current status of the introduced beaver (*Castor canadensis*) population in Tierra del Fuego, Argentina. *Ambio* 22: 351-358 p.
- Loera Gallegos, H.M., Corral-Rivas, J.J., Montiel-Antuna, E., Solis-Moreno, R., Chávez Simental, J.A., González-Cervantes, G. 2018. Calidad de sitio para *Agave durangensis* Gentry en la Sierra de Registrillo, Durango. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 9: 1171-1180 p.
- Loguercio, G.A. 1995. Crecimiento de la Regeneración de la Lengua (*Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser), y su dependencia de las condiciones dominantes de radiación. En: Regeneración Natural de la Lengua. Factores Ecológicos. CIEFAP. Esquel. Publicación Técnica N° 21: 1-47 p.
- Loguercio, G.; Urretavizcaya, M.; Caselli, M.; Defosé, G. 2018. Propuestas silviculturales para el manejo de *Austrocedrus chilensis* sanos y afectados por el mal del ciprés de Argentina. *In* Silvicultura de bosques nativos: Experiencias en silvicultura y restauración en Chile, Argentina y el oeste de Estados Unidos. Valdivia, Chile. The Chile Initiative, OSU College of Forestry: 117-134 p.
- López Bernal, P.; Bava, J.; Antaquera, S. 2003. Regeneración en un bosque de lenga (*Nothofagus pumilio* (Poepp et Endl.) Krasser) sometido a un manejo de selección en grupos. *Bosque* 24: 13-21 p.
- López Bernal, P., Bava, J., Aportes al Manejo de los Bosques de Lengua mediante Cortas de Selección en Grupos en la Provincia del Chubut; Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónica; Patagonia Forestal; XII; 8-2011; 13-16 p.
- López Bernal, P., Defosse, G., Quinteros, C., Bava, J. 2012. Sapling growth and Crown expansion in canopy gaps of *Nothofagus pumilio* (lengua) forests in Chubut, Patagonia, Argentina. *Forest Systems* 21: 489-497 p.
- López Hernández, J.A., Aguirre-Calderón, O.A., Alanís-Rodríguez, E., González, J.C.M., González-Tagle, M.A., Jiménez-Pérez, J. 2017. Composición y diversidad de especies forestales en bosques templados de Puebla, México. *Madera y Bosques* 23: 39-51 p.

- Loto, D.E., Gasparri, I.N. 2015. Estructura forestal de bosque en el norte del chaco semiárido argentino. XXIX Jornadas Forestales de Entre Ríos. Concordia, Entre Ríos.
- Luján Álvarez, C., Olivas García, J. M., Vázquez-Álvarez, S., Hernández-Salas, J., Castruita Esparza, L. U. 2021. Sistema de gestión estratégica forestal participativa para el desarrollo forestal sustentable. *Madera y bosques* 27.
- Luna, C.V. 2018. Esquemas de compensación y pago por servicios ambientales de los bosques nativos: revisión de casos y marco legal en argentina. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental* 9: 319-336 p.
- Lusk, C. 1996. Gradient analysis and disturbance history of temperate rain forests of the coast range Summit plateau, Valdivia, Chile. *Rev. Chil. Hist. Nat.* 69: 401-411 p.
- Llanque, A., Vos, V. 2010. Manejo Forestal Comunitario, Una propuesta para el norte amazónico Boliviano. Programa de Manejo de Bosques de la Amazonía Boliviana. Beni, Bolivia.
- Maguire, D.A., Halpern, C.B., Phillips, D.L. 2007. Changes in forest structure following variable-retention harvests in Douglas-fir dominated forests. *For. Ecol. Manag.* 242: 708-726 p.
- Manso, R., Calama, R., Pukkala, T., Miina, J., Pardos, M. 2013. Modelo integral de regeneración de *P. pinea* L.: esquemas óptimos de gestión bajo el clima actual y futuro. In Actas del 6º Congreso Forestal Español. Montes: Servicios y desarrollo rural. Ed. Sociedad Española de Ciencias Forestales. 10 al 14 junio. Vitoria-Gasteiz, España.
- Martínez, J.P., Hernández, M.E.F., Nuez Hernández, D. 2021. Criterios e indicadores de gestión forestal por la excelencia. *Cooperativismo y Desarrollo* 9.
- Martínez Pastur, G., Fernández, C., Peri, P. 1994. Variación de parámetros estructurales y de composición del sotobosque para bosques de *Nothofagus pumilio* en relación a gradientes ambientales indirectos. *Ciencias Forestales* 9(1-2): 11-22 p.
- Martínez Pastur, G., Fernández, C. 1994. Forest Management: Analysis of SDI's determination for Lenga (*Nothofagus pumilio*) forests. International Symposium on Cold Region Development. Espoo, Finlandia, 13 al 16 de Junio. 233-234 p.
- Martínez Pastur, G., Peri, P., Vukasovic, R., Vaccaro, S., Piriz Carillo, V. 1997a. "Site index equation for *Nothofagus pumilio* Patagonian forest", *Phyton* 6: 55-60 p.
- Martínez Pastur, G., Pinedo, L., Fernández, C. 1997b. Germinación de semillas y sistema de propagación clonal en bosques de Tierra del Fuego. Actas II Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. Tomo Bosques Nativos y Protección Ambiental. Posadas, Argentina. 141-147 p.

- Martínez Pastur, G., Peri, P., Fernández, C., Staffieri, G., 1999a. Desarrollo de la regeneración a lo largo del ciclo del manejo forestal de un bosque de *Nothofagus pumilio*: 1. Incidencia de la cobertura y el aprovechamiento o cosecha. *Bosque* 20: 39-46 p.
- Martínez Pastur, G., Peri, P., Fernández, C., Staffieri, G., Rodríguez, D. 1999b. Desarrollo de la regeneración a lo largo del ciclo de manejo forestal de un bosque de *N. pumilio*: 2. Incidencia del ramoneo de *Lama guanicoe*. *Bosque* 20: 47-53 p.
- Martínez Pastur, G., Cellini, J., Peri, P., Vukasovic, R., Fernández, C., 2000. Timber production of *Nothofagus pumilio* forests by a shelterwood system in Tierra del Fuego (Argentina). *Forest Ecology and Management* 134: 153-162 p.
- Martínez Pastur, G., Cellini, J., Lencinas, M.V., Vukasovic, R., Vicente, F., Bertolami, J., Giunchi, J. 2001. Modificación del crecimiento y de la calidad de fustes en un raleo fuerte de un rodal en fase de crecimiento óptimo inicial de *Nothofagus pumilio*. *Ecología Austral* 11: 95-104 p.
- Martínez Pastur, G., Peri, P., Fernández, C., Staffieri, G., Lencinas, M.V. 2002a. Changes in understory species diversity during the *Nothofagus pumilio* forest management cycle. *Journal of Forest Research* 7: 165-174 p.
- Martínez Pastur, G., Lencinas, M.V., Cellini, J., Diaz, B., Peri P.L., Vukasovic, R. 2002b. Herramientas disponibles para la construcción de un modelo de producción para la lenga (*Nothofagus pumilio*) bajo manejo en un gradiente de calidades de sitio. *Bosque* 23: 69-80 p.
- Martínez Pastur, G., Vukasovic, R., Lencinas, M.V., Cellini, J., Wäbo, E., 2003. El Manejo Silvícola de los Bosques de Patagonia: Utopía o Realidad?. Actas XII Congreso Forestal Mundial. Québec, Canadá, 21 al 28 de Septiembre.
- Martínez Pastur, G., Peri P.L., Vukasovic, R., Cellini, J.M., Lencinas, M.V., Gallo, E., 2004a. Sistemas de regeneración con retención agregada en bosques de *Nothofagus pumilio*: una alternativa que combina parámetros económicos y ecológicos. Segundo taller de Dinámicas Territoriales. Rio Gallegos, 12 y 13 Agosto.
- Martínez Pastur, G., Lencinas M. V., Vukasovic, R., Peri, P. L., Diaz, B., Cellini, J. M. 2004b. Turno de corta y posibilidad de los bosques de lenga (*Nothofagus pumilio*) en Tierra del Fuego (Argentina). *Bosque* 25: 29-42 p.
- Martínez Pastur, G., Lencinas, M.V., 2005. El manejo forestal en los bosques de *Nothofagus pumilio*. *Idia XXI. Revista de Información sobre Investigación y Desarrollo Agropecuario* 5: 107-110 p.

- Martínez Pastur, G. 2006. Biometría y Producción Forestal para bosques naturales de *Nothofagus pumilio* en Tierra del Fuego. Tesis Doctoral. Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina, 242 p.
- Martínez Pastur, G., Lencinas, M.V., Escobar, J., Quiroga, P., Malmierca, L., Lizarralde, M. 2006. Understory succession in áreas of *Nothofagus* forests in Tierra del Fuego (Argentina) affected by *Castor canadensis*. *Journal of Applied Vegetation Science* 9: 143-154 p.
- Martínez Pastur, G., Lencinas, M.V., Peri, P.L., Arena, M., 2007a. Photosynthetic plasticity of *Nothofagus pumilio* seedlings to light intensity and soil moisture. *Forest Ecology and Management* 243: 274-282 p.
- Martínez Pastur, G., Lencinas, M. V., Peri, P., Moretto, A., Cellini, J.M., Mormeneo, I., Vukasovic, R. 2007b. Harvesting adaptation to biodiversity conservation in sawmill industry: tecnology innovation and monitoring program. *J. Technol. Manag. Innov.* 2: 58-70 p.
- Martínez Pastur, G., Cellini, J. M., Lencinas, M. V., Peri, P. L. 2008. Stand growth model using volumen increment/basal area ratios. *Journal of Forest Science* 54: 102-108 p.
- Martínez Pastur, G., Lencinas, M.V., Cellini, J.M., Peri, P.L., Soler, R., 2009. Timber management with variable retention in *Nothofagus pumilio* forests of Southern Patagonia. *Forest Ecology Management* 258: 436-443 p.
- Martínez Pastur, G., Lencinas, M. V., Peri, P. L., Cellini, J. M., Moretto, A., 2010. Investigación sobre manejo forestal a largo plazo en Patagonia Sur-Argentina: Lecciones del pasado, desafíos del presente. *Revista Chilena de Historia Natural* 83: 159-169 p.
- Martínez Pastur, G., Cellini, J.M., Lencinas, M.V., Barrera, M., Peri, P. 2011b. Environmental variables influencing regeneration of *Nothofagus pumilio* in a system with combined aggregated and dispersed retention. *Forest Ecology and Management* 261: 178-186 p.
- Martínez Pastur, G., Peri, P.L., Cellini, J.M., Lencinas, M.V., Barrera, M.D., Soler Esteban, R., Ivancich, H. 2012. Métodos de cosecha forestal que combinan conservación de la biodiversidad y los ciclos naturales del bosque primario con la producción maderera en Tierra del Fuego. *Ambiente Forestal* 12: 5-14 p.
- Martínez Pastur, G., Soler Esteban, R., Pulido, F., Lencinas, M.V., 2013a. Variable retention harvesting influences biotic and abiotic drivers along the reproductive cycle in southern Patagonian forests. *Forest Ecology and Management* 289: 106-114 p.
- Martínez Pastur, G., Peri, P.L., Lencinas, M.V., Cellini, J.M., Barrera, M., Soler Esteban, R., Ivancich, H., Mestre, L., Moretto, A.S., Anderson, C.B., Pulido, F., 2013b. La producción

- forestal y la conservación de la biodiversidad en los bosques de *Nothofagus* en Tierra del Fuego y Patagonia Sur. En *Silvicultura en bosques nativos: Avances en la investigación en Chile, Argentina y Nueva Zelanda*. P. Donoso, A. Promis (Eds.) Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile: 155-179 p.
- Martínez Pastur, G., Soler Esteban, R.M., Cellini, J.M., Lencinas, M.V., Peri, P., Neyland, M.G. 2014. Survival and growth of *Nothofagus pumilio* seedlings under several microenvironments after variable retention harvesting in southern Patagonian forests, *Ann. For. Sci.* 71: 349-362 p.
- Martínez Pastur, G., Soler Esteban, R., Ivancich, H., Lencinas, M.V., Bahamonde, H., Peri, P.L. 2016a. Effectiveness of fencing and hunting to control *Lama guanicoe* browsing damage: Implications for *Nothofagus pumilio* regeneration in harvested forests. *Environmental Management* 168: 165-174 p.
- Martínez Pastur, G., Peri, P.L., Lencinas, M.V., Soler, R., Bahamonde, H.A., Valenzuela, A.E.J., Cabello, J.L., Anderson, C.B. 2016b. Investigación socio-ecológica a largo plazo en Patagonia Austral: Estrategias interdisciplinarias para lograr la conservación de los recursos naturales a través de un manejo sustentable bajo escenarios de cambio global. *Revista Ecosistemas* 25: 49-57 p.
- Martínez Pastur, G., Cellini, J.M., Barrera, M.D., Lencinas, M.V., Soler Esteban, R., Peri, P. L., 2017. Influencia de factores bióticos y abióticos en el crecimiento de la regeneración pre-y post-cosecha en un bosque de *Nothofagus pumilio*. *Bosque* 38: 247-257 p.
- Martínez Pastur, G.J., Vanha-Majamaa, I., Franklin, J.F. 2020. Ecological perspectives on variable retention forestry. *Ecol Process* 12. <https://doi.org/10.1186/s13717-020-0215-3>
- Martins, P., Sabogal, C., Flores, J., Ortiz, E. 1994. Planes simplificados de manejo: una propuesta para los bosques latifoliados de la región centroamericana. *Revista Forestal Centroamericana Volumen 4*.
- Marquet, P. A., Altamirano, A., Arroyo, M. T., Fernández, M., Gelcich, S., Górski, K., Habit, E., Lara, A., Maass, A., Pauchard, A., Pliscoff, P., Samaniego, H., Smith-Ramírez, C. 2019. Biodiversidad y cambio climático en Chile: Evidencia científica para la toma de decisiones. Informe de la mesa de Biodiversidad. Santiago: Comité Científico COP₂₅; Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.
- Mastrocola, Y.I. 2016. Ordenamiento Territorial y Turismo en Conservación. Área Salitral de Santa Rosa y Salinas de Trapalcó. Patagonia Argentina. Tesis Doctoral. Universitat Politècnica de València. 377 p.

- Mattenet, F.J., Piggot, N., Andreanelli, V., Quevedo, C., Peri, P.L., Mónaco, M.H. 2018. Conociendo los Bosques de la Patagonia Argentina.
- Mathiasen, P., 2017. Variación y estructura genética en *Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endle.) Krasser “lenga” a lo largo de diferentes gradientes ambientales. Tesis Doctoral. Universidad Nacional del Comahue. Bariloche, Rio Negro, Argentina. 252 p.
- Mathiasen, P., Venegas-González, A., Fresia, P., Premoli, A. C. 2020. A relic of the past: current genetic patterns of the palaeoendemic tree *Nothofagus macrocarpa* were shaped by climatic oscillations in central Chile. *Annals of Botany*, 126(5), 891-904.
- McDill, M., Amateis, R. 1992. Measuring forest site quality using the parameters of a dimensionally compatible height growth function. *Forest Science* 38: 409-429 p.
- Medina, S.M., Lencinas, M.V., Martínez Pastur, G., Vukasovic, R., Rivero, P. 2000. Abundancia y biodiversidad de especies de aves en bosques productivos de *Nothofagus pumilio* en Tierra del Fuego: implicancias en el manejo forestal. IX Congreso Iberoamericano de Biodiversidad y Zoología de Vertebrados. Buenos Aires, Argentina, 24 al 27 de Abril. 108-109 p.
- MEF-Ministerio de Economía y Finanzas. 2016. Fortaleciendo capacidades para la inversión pública en ecosistemas y servicios ecosistémicos incorporando la gestión del riesgo en un contexto de cambio climático. Programa de Adaptación al Cambio Climático. Lima, Perú. 78 p.
- Merino Pérez, L. 2018. Comunidades forestales en México. Formas de vida, gobernanza y conservación. *Revista mexicana de sociología* 80: 909-940 p.
- Miguel, M.F. 2018. Las actividades antrópicas y sus efectos sobre funciones ecológicas: dispersión de semillas de *Prosopis flexuosa* DC. en tierras protegidas y con ganadería del Monte Central, Argentina. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza, Argentina. 153 p.
- Milano, V. A., Marzocca, A. 1954. Las Plantas Cultivadas en la Tierra del Fuego, IDIA 80: 1-40 p.
- Miranda, M., Otoya, M., Venegas, I. 2005. Estrategias y Mecanismos Financieros para la conservación y Uso Sostenible de los bosques en América Latina. Estudio de Caso: Costa Rica. Proyecto Internacional de Cooperación Técnica FAO-UICN/Holanda GCP/INT/953/NET. Costa Rica.
- Miranda, A., Hernández, H. J., Bustamante, R., DÍAZ, E., González, L. A., Altamirano, A. 2016. Regeneración natural y patrones de distribución espacial de la palma chilena *Jubaea*

- chilensis (Molina) Baillon en los bosques mediterráneos de Chile central. *Gayana Botánica* 73: 54-63 p.
- Mitchell, S.J., Beese, W. J. 2002. The retention system: reconciling variable retention with the principles of silvicultural systems. *For Chron* 78: 397-403 p.
- Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., Brooks, T.M., Pilgrim, J.D., Konstant, W.R., Da Fonseca, G.A.B., Kormos, C. 2003. Wilderness and biodiversity conservation proceedings of the National Academy of Science 100: 10309-10313 p.
- Molares, S., Rovere, A. E. 2014. Restauración de un área de la reserva de la biósfera andino-norpatagónica: Una propuesta basada en parámetros ecológicos y etnobotánicos. *Agrociencia* 48: 751-763 p.
- Montes, C.; Del Lamo, D.; Zanetti, J. 2000. Distribución de abundancia de guanaco (*Lama guanicoe*) en los distintos ambientes de Tierra del Fuego, Argentina. *Mastozoología Neotropical, Journal of Neotropical Mammal* 7: 23-31 p.
- Moore, D.M. 1983. Flora de Tierra del Fuego. Anthony Nelson, Inglaterra-Missouri Botanical Garden. 396 p.
- Morán, M., Campos, J. J., Louman, B. 2006. Uso de principios, criterios e indicadores para monitorear y evaluar las acciones y efectos de políticas en el manejo de los recursos naturales. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico.
- Morello, J. 1985. Perfil Ecológico de Sudamérica. Vol. 1. Características Estructurales de Sudamérica y su relación con espacios semejantes del planeta. ICI, Ediciones Cultura Hispánica.
- Morello, J., Matteucci, S.D., Rodriguez, A.F., Silva, M.E. 2012. Ecorregiones y complejos Ecosistémicos de Argentina. Orientación Gráfica Editora, Buenos Aires.
- Moretto, A., Andrioli, R., Fernández, O. 2004. Producción, descomposición y dinámica del nitrógeno y el fósforo en la hojarasca de *Nothofagus pumilio* a lo largo de un gradiente altitudinal en Tierra del Fuego. 2^{do}. Congreso Chileno de Ciencias Forestales. Valdivia, Chile, 3 al 5 de Noviembre.
- Mosqueda, C. 1995. Rendimientos volumétricos en el raleo de un bosque de Lengua (*Nothofagus pumilio*) en la XII Región. Tesis de Grado. Fac. de Csas. Agr. y Ftiles. Universidad de Chile. Santiago de Chile. 68 p.
- Muñoz, V.M. 1993. Algunos antecedentes sobre propagación de *Nothofagus*. *Ciencia e Investigación Forestal* 7: 377-389 p.

- Muñoz A.E. 2008. Guanaco (*Lama guanicoe*) browsing on lenga (*Nothofagus pumilio*) regeneration in Tierra del Fuego. Tesis M. Sc. Fac. de Csas. Agr. y Ftas. Universidad de Chile. Santiago de Chile. 31 p.
- Muñoz Garachana, D.; Aragón, R.; Baldi, G. 2018. Estructura espacial de remanentes de bosque nativo en el Chaco Seco y el Espinal. *Ecología Austral* 28: 553-564 p. <https://doi.org/10.25260/EA.18.283.0.767>
- Mutarelli, E., Orfila, E., Alonso, C. 1968. Tabla local de cubicación para lenga (*Nothofagus pumilio*) en la zona del arroyo Llodconto, Cuenca del Lago Mascardi, Provincia de Río Negro. *Revista Forestal Argentina* 12(1): 22-31 p.
- Mutarelli, E., Orfila, E. 1969. Los bosques de Tierra del Fuego y los primeros ensayos de tratamientos para su regeneración, conducción y organización. *Revista Forestal Argentina* 13: 125-137 p.
- Mutarelli, E., Orfila, E. 1971. Observaciones sobre la regeneración de lenga en parcelas experimentales del Lago Mascardi. *Revista Forestal Argentina* 15: 109-115 p.
- Nahuelhual, L., Laterra, P., Minaverri C., Henríquez F., Delgado L., Martínez Pastur, G. 2021. The challenges of implementing ecosystem services in the Argentinean and Chilean Patagonia. En: *Ecosystem Services in Patagonia: A Multi-criteria approach for an integrated assessment*. P. L. Peri, L. Nahuelhual, G. Martínez Pastur (Eds). Springer Nature: Natural and Social Sciences of Patagonia. Capítulo 20. Springer, Cham, Switzerland (ISBN 978-3-030-69166-0). 429-449 p.
- Nacif, M.E., Kitzberger, T., LA, G. 2016. Efecto del manejo de bosque y de los cambios ambientales sobre la supervivencia y crecimiento de especies nativas de interés forestal. V Jornadas Forestales Patagónicas-III Jornadas Forestales de Patagonia Sur-Ecofuego II.
- Nathan, R., Safriel U.N., Noy-Meir, I., Schiller, G. 2000. Spatiotemporal variation in seed dispersal and recruitment near and far from *Pinus halepensis* trees. *Ecology* 81: 2156-2169 p.
- Navarro, G., Sánchez, M., Otárola, M., Larson, A., Bermudez, G., Méndez, E. 2008. Evaluación del sistema administrativo para acceso al uso legal del recurso y propuesta conceptual de simplificación de trámites de permisos forestales para el sistema de verificación de la legalidad del sector forestal en Nicaragua. INAFOR/GTZ/Proyecto VERIFOR.
- Neira Pacheco, J. A. 2004. Desarrollo de un bosque de lenga (*Nothofagus pumilio*) después de la corta de regeneración y rendimiento de trozas en la corta final, en la XII Región. Tesis de Grado. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. Santiago de Chile. 32 p.

- Newton, P.F., Jolliffe, P. A. 1998. Assessing processes of intraspecific competition within spatially heterogeneous black spruce stands. *Can. J. For. Res.* 28: 259-275 p.
- Nicolau, M.P., Grau, P.V. 2014. La silvicultura y la planificación forestal: nuevos retos, nuevos enfoques. *Ambienta* 108: 4-19 p.
- Niemeyer Mac-Niven, S. 2005. Desarrollo de un bosque de Lenga y Coihue de Magallanes después de la corta de regeneración en el sector de San Lucas, XII Región. Tesis de Grado. Fac. de Csas. Agr. y Ftas. Universidad de Chile. 55 p.
- Noy Meir, I. 1975. Stability of grazing systems: an application of predator-prey graphs. *The Journal of Ecology*, 459-481 p.
- Nystrom, M. N. 1981. Reconstruction of pure, second-growth stands of western redcedar (*Thuja plicata* Donn) in western Washington: The development and silvicultural implications, College of Forest Resources, University of Washington, Seattle. 97 p.
- Ojeda, J., Parodi, M., Paredes, D., Jaras, F. 2013. Potencial productivo del bosque primario regular de Lenga de Tierra del Fuego. II Jornadas Forestales de Patagonia Sur. II Congreso Internacional Agroforestal Patagónico. El Calafate, Santa Cruz. 16 y 17 de mayo.
- Oldeman, R.A.A. 1990. *Forests: Elements of Silvology*. Springer Verlag. Berlin, F. R. Alemania. 624 p.
- Oliva, G., García, G., Ferrante, D., Massara, V., Rimoldi, P., Díaz, P. B., Gaitán, J. 2017. Estado de los recursos naturales renovables en la Patagonia Sur extraandina. INTA Centro Regional Patagonia Sur. <https://inta.gov.ar/documentos/estado-de-los-recursos-renovables-en-la-patagonia-sur-extraandina>. 66 p.
- Olivares Figueroa, S.M. 2018. Composición Florística y Diversidad del Sotobosque en bosques de *Nothofagus pumilio* (Poepp et Endl.) Krasser después del retroceso de los glaciares O'Higgins y Chico, Campo de Hielo Sur. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza. Universidad de Chile. Santiago de Chile, 72 p.
- Oliver, C.D.; Larson, B.C. 1996. *Forest Stand dynamics*. Update Edition. , Mc Graw Hill, Inc. New York, Estados Unidos.
- Ormazabal, C., Benoit, I. 1987. El estado de conservación del género *Nothofagus* en Chile. *Bosque* 8: 109-120 p.
- Oro Castro, N. 2014. ¿Cómo varían los ciclos biogeoquímicos debido al aprovechamiento forestal en bosques de *Nothofagus pumilio* de Tierra del Fuego?. Tesis Doctoral. Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina. 137 p.
- Orquera, L., Piana, E., Fiore, D., Zangrando, A. 2012. Diez mil años de fuegos, arqueología y etnografía del fin del mundo. Ed. Dunken, Buenos Aires, Argentina. 120 p.

- Ortiz, M.F.F., Gutiérrez, J.A.M. 2019. Análisis del relacionamiento de los grupos humanos con el bosque desde los Principios de Ostrom. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental* 10: 127-141 p.
- Otero, L., Contreras, A., Barrales, L. 1998. Shelterwood cut in forest gaps: microclimatic effects. Primer Congreso Latinoamericano de IUFRO. Valdivia, Chile, 22 al 28 de Noviembre.
- Otero, L.; Vergara, G. 2016. Efectos de diferentes métodos de corta de bosque nativo en el paisaje. *Sustainability, Agri, Food and Environmental Research* 4: 13-17 p.
- Oyarzabal, M., Clavijo, J., Oakley, L., Biganzoli, F., Tognetti, P., Barberis, I., Maturo, H., Aragón, R., Campanello, P., Prado, D., Oesterheld, M., León, R. 2018. Unidades de vegetación de la Argentina. *Ecología Austral*, 28(1), 40-63 p. Recuperado en 26 de julio de 2023, de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1667-782X2018000100003&lng=es&tlng=es.
- Pacheco, P., Barry, D., Cronkleton, P., Larson, A. 2009. El Papel de las instituciones informales en el uso de los recursos forestales en América Latina. CIFOR. Programa de Bosques y Gobernanza 15: 84 p.
- Paredes, D., Cellini, J.M., Lencinas, M.V., Parodi, M., Quiroz, D., Ojeda, J., Martínez Pastur, G. 2020. Influencia del paisaje en las cortas de protección en bosques de *Nothofagus pumilio* en Tierra del Fuego, Argentina: Cambios en la estructura forestal y respuesta de la regeneración. *Bosque* 41: 55-64 p.
- Parodi, L. 1964. Las regiones fitogeográficas argentinas. 2º volumen de la Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. ACME Agency, Buenos Aires, Argentina. 14 p.
- Parodi, M., Paredes, D., Ojeda, J., Farina, S., Quiroz, D. 2017. Fiscalización de aprovechamientos forestales en Tierra del Fuego ¿Mejoramos en los veintitrés años desde su implementación?. VI Seminario de Silvicultura, Manejo y Conservación de *Nothofagus*. Universidad Nacional de La Plata. La Plata, Buenos Aires.
- Peláez, E.J.J. 2012. El manejo forestal en México: estado actual y perspectivas. *Estado de los bosques de México*, 69.
- Perea García-Calvo, R. 2011. Dispersión y predación de semillas por la fauna: implicaciones en la regeneración forestal de bosques templados. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, España. 234 p.
- Perera, A., Peterson, U., Martínez Pastur, G., Iverson, L. 2018. Ecosystem services from forest landscapes: Broadscale considerations. Springer. Cham, Switzerland, 272 p.

- Pérez, C.I.; Olano, J.; Zambrana, H. 2006. Estrategia Nacional de Financiamiento Forestal. Consultoría sobre los mecanismos financieros para el Manejo Forestal Sostenible en El Salvador. Proyecto FAO/UICN/Holanda (LNV-DK)/CCAD. El Salvador.
- Pérez Flores, M., Martínez Pastur, G., Cellini, J.M., Lencinas, M.V. 2019. Recovery of understory assemblage along 50 years after shelterwood cut harvesting in *Nothofagus pumilio* Southern Patagonian forests. *Forest Ecology and Management* 450: 117494.
- Pérez Martínez, J., Fernández Hernández, M.E., de la Nuez Hernández, D. 2020. Indicadores para el control de gestión orientado a la excelencia, por un desarrollo integral forestal. *Cooperativismo y Desarrollo* 8: 57-67 p.
- Peri, P.L.; Martínez Pastur, G. 1996. Crecimiento diamétrico de *Nothofagus pumilio* para dos condiciones de copa en un sitio de calidad media en Santa Cruz, Argentina. *Forest Systems* 5: 201-211 p.
- Peri, P.L., Martínez Pastur, G., Vukasovic, R., Díaz, B., Lencinas, M.V., Cellini, J.M. 2002. Thinning schedules to reduce risk of windthrow in *Nothofagus pumilio* forests of Patagonia, Argentina. *Bosque* 23: 19-28 p.
- Peri, P.L., Martínez Pastur, G., Lencinas, M.V. 2009. Photosynthetic response to different light intensities and water status of two main *Nothofagus* species of southern Patagonian forests, Argentina. *Journal of Forest Science* 55: 101-111 p.
- Peri, P.L., Martínez Pastur, G., Monelos, L. 2013. Natural dynamics and thinning response of young lenga (*Nothofagus pumilio*) trees in secondary forests of Southern Patagonia. *Bosque* 34, 273-279 p.
- Peri, P.L., Lencinas, M.V., Bousson, J., Lasagne, R., Soler Esteban, R., Bahamonde, H., Martínez Pastur, G. 2016. Biodiversity and ecological long-term plots in Southern Patagonia to support sustainable land management: The case of PEBANPA network. *J. Nat. Conserv.* 34: 51-64 p.
- Peri, P.L., Banegas, N., Gasparri, I., Carranza, C., Rossner, B., Martínez Pastur, G., Caballero, L., López, D., Loto, D., Fernández, P., Powel, P., Ledesma, M., Pedraza, R., Albanesi, A., Bahamonde, H.A., Ecclesia, R., Piñeiro, G. 2017. Carbon sequestration in temperate silvopastoral systems, Argentina. En: *Integrating landscapes: Agroforestry for biodiversity conservation and food sovereignty*. Montagnini F. (Ed.), Springer Series: Advances in Agroforestry, 453-478 p.
- Peri, P.L., Monelos, L.H., Diaz, B.G., Mattenet, F.J., Huertas, L., Bahamonde, H.A., Rosas, Y.M., Lencinas, M.V., Cellini, J.M., Martínez Pastur, G. 2019. Estado y usos de los

- bosques nativos de lenga, siempreverdes y mixtos en Santa Cruz: Base para su conservación y manejo.
- Peri, P.L., Martínez Pastur, G., Chauchard, L., Schlichter, T.M. 2021a. Introducción y enfoque del manejo de los bosques nativos. Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación (MAyDS). Argentina.
- Peri, P.L., Quevedo, C., de Urquiza, J., Alberti, A. 2021b. Segundo Ordenamiento territorial de los bosques nativos de la provincia de Santa Cruz. Consejo Agrario Provincial de Santa Cruz (CAP).
- Peri, P.L., Galetto, L., Villagra, P.E., Politi, N., Campanello, P.I., Amoroso, M., Sarmiento, M., López, D., Easdale, M., Schlichter, T., Chauchard L., Fermani, S., Martínez Pastur, G. 2021c. Recomendaciones generales para el manejo y la conservación futura del bosque nativo en la Argentina. Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación (MAyDS).
- Perry, D.A. 1998. The scientific basis of forestry. *Annual Review of Ecology and Systematics* 29: 435-466 p.
- Pesutic, S. 1978. Análisis de estructura y análisis sanitario en un bosque de Lenga. Tesis de Grado. Fac. de Csas. Agr. y Ftiles. Universidad de Chile, Santiago de Chile, 63 p.
- Pickett, S.T.A., White, P.S. 1985. *The ecology of natural disturbance and patch dynamics* Academic Press Inc., EE.UU.
- Pisano, E., 1981. Bosquejo fitogeográfico de Fuego-Patagonia. *Anales Instituto de la Patagonia* 12, 159-171 p.
- Pisano, E., 1997. Los bosques de Patagonia Austral y Tierra del Fuego chilenas. *Anales del Instituto de la Patagonia, Serie Ciencias Naturales* 25, 9-19 p.
- Politi, N., Rivera, L., Balducci, E., Malizia, L., Blundo, C., ...Brown, A. 2021. Uso sostenible del bosque. Aportes desde la Silvicultura Argentina. Gobierno de la República Argentina. Buenos Aires. Capítulo VII: 369-441 p.
- Pommering, A. 2002. Approaches to quantifying forest structures. *Forestry* 75: 305-324 p.
- Preest, D.S. 1963. A note on the dispersal characteristics of the seed of the New Zealand podocarps and beeches and their biogeographical significance. En J. L. Gressitt (ed.), *Pacific Basin. Biogeography*. Bishop Museum Press, Hawaii. 415-425 p.
- Premoli, A.C. 1997. Genetic variation in a geographically restricted and two widespread species of South American *Nothofagus*. *Journal of Biogeography* 24, 883-892 p.
- Premoli, A.C. 2004. Variación en *Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser (Lenga). En: Variación intraespecífica en las especies arbóreas de los bosques templados de Chile y

- Argentina.. Donoso C., Premoli A.C., Gallo L., Iliniza R. (Eds.). Editorial Universitaria. Santiago de Chile. 145-166 p.
- Premoli, A.C., Acosta, M.C., Mathiasen, P., Donoso, C. 2012. Variación genética en *Nothofagus* (subgénero *Nothofagus*). *Bosque* 33: 115-125 p.
- Pretzsch, H. 1999. Structural diversity as a result of silvicultural operations. In: Management of mixed-species forest: Silviculture and economics. IBN Scientific Contributions 15: 157-174 p.
- Pretzsch, H. 2009. Forest dynamics, growth and yield. Springer-Verlag Berlin. Heilderberg, Germany. 664 p.
- Primer Inventario Nacional de Bosques Nativos. 2007. Proyecto Bosques Nativos y Áreas Protegidas. BIRF 4585-AR. Informe Regional Bosque Andino Patagónico.
- Prodan, M., Peters, R., Cox, F., Real, P. 1997. Mensura Forestal. GTZ/IICA. Serie Investigación y Educación en Desarrollo Sostenible. San José, Costa Rica. 586 p.
- Prohaska, F. 1976. The climate of Argentina, Paraguay and Uruguay. Pp 13-112. In: Climates of Central and South America. W. Schwerdtfeger (Ed.). Survey of Climatology 12.
- Promis, A., Caldentey, J., Ibarra, M. 2010. Microclima en el interior de un bosque de *Nothofagus pumilio* y el efecto de una corta de regeneración. *Bosque* 31: 129-139 p.
- Promis, A. 2018. Claros de dosel en bosques nativos templados de Chile y Argentina: conocimientos actuales y desafíos para el futuro. En *Silvicultura de bosques nativos: Experiencias en silvicultura y restauración en Chile, Argentina y el oeste de Estados Unidos*. Valdivia, Chile. The Chile Initiative, OSU College of Forestry: 23-49 p.
- Puettmann, K., Coates, K.D., Messier, C. 2016. Crítica de la Silvicultura. EL manejo de la Complejidad. ACCI Ediciones. Madrid, España.
- Puig, C.J. 1993. Efecto de distintos grados de cobertura, el pastoreo y la liebre sobre la densidad, distribución y calidad de la regeneración natural de la Lengua (*Nothofagus pumilio* (Poepp et Endl.) Krasser) en la provincia de Chubut. Seminario Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de la Patagonia. Esquel, 78 p.
- Puigdefábregas, J., Barrio, G.D., Iturraspe, R.D. 1988. Régimen térmico estacional de un ambiente montañoso en la Tierra del fuego, con especial atención en el límite superior del bosque.
- Puigdefábregas J., Gallart F., Bianciotto O., Allogia M., Del Barrio G. 1999. Banded vegetation patterning in a subantarctic forest of Tierra del Fuego, as an outcome on the interaction between wind and tree growth. *Acta Oecologica* 20: 135-146 p.

- Pulido, F., Díaz, M. 2005. Regeneration of Mediterranean oak: A whole-cycle approach. *Ecoscience* 12: 92-102 p.
- Pulido, F., Diaz, B., Martínez Pastur, G. 2000. Incidencia del ramoneo del guanaco (*Lama guanicoe*) sobre la regeneración de lenga (*Nothofagus pumilio*) en bosques de Tierra del Fuego, Argentina. *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales* 9: 381-394 p.
- Putman, R.J. 1996. Ungulates in temperate forest ecosystems: perspectives and recommendations for future research. *Forest Ecology and Management*, 88(1-2), 205-214 p.
- Quinby, P. 2000. First-year impact of shelterwood logging on understory vegetation in an old-growth pine stand in central Ontario Canada. *Environ. Conserv.* 27: 229-241 p.
- Quinteros, P., Hansen, N., Kutschker, A. 2010. Composición y diversidad del sotobosque de ñire (*Nothofagus antarctica*) en función de la estructura del bosque. *Ecología Austral* 20: 225-234 p.
- Rabassa, J., Coronato, A., Roig, C., Roig Juñent, F. 2005. Los bosques de Tierra del Fuego durante el Cuaternario. *Ecología y Manejo de los Bosques de Argentina*. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP).
- Raedeke K. J. 1982. Habitat use by guanacos (*Lama guanicoe*) and sheep on common range, Tierra del Fuego, Chile. *Turrialba* 32: 309-314 p.
- Ramírez, C., Correa, M., Figueroa, H., San Martín, J. 1985. Variación del Hábitat y Hábitat de *Nothofagus antarctica* en el Centro Sur de Chile. *Bosque* 6: 55-73 p.
- Ramírez, C. 1987. El género *Nothofagus* y su importancia en Chile. *Bosque* 8: 71-76 p.
- Ramos, I. P. 2007. Factores que condicionan la regeneración natural de especies leñosas en un bosque mediterráneo del sur de la Península Ibérica. *Ecosistemas* 16(2).
- Reader, R.J., Buck, J. 1991. Control of seedling density on disturbed ground: role of seedling establishment for some midsuccessional, old-field species. *Canadian Journal of Botany*, 69(4), 773-777 p.
- Rebertus A., Veblen T.T. 1993. Structure and tree-fall gap dynamics of old-growth *Nothofagus* forests in Tierra del Fuego, Argentina. *Journal of Vegetation Science* 4: 461-654 p.
- Rebertus A., Kitzberger T., Veblen T., Roovers L. 1997. Blowdown history and landscape patterns in *Nothofagus* forests in southern Andes, Tierra del Fuego. *Ecology* 78: 678-692 p.
- Rechene, C. 1995. Establecimiento y desarrollo de renovales de lenga en situaciones de baja cobertura. CIEFAP. Publ. Tec. N° 21: 75-114 p.

- Rechene, C. 1996. Caracterización de forma y estado sanitario de renovales de lenga (*Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser) como respuesta a diversos tratamientos silviculturales aplicados al bosque virgen y a procesos naturales. CIEFAP. Tierra del Fuego. Informe Interno. 22 p.
- Reimoser, F., Gossow, H. 1996. Impact of ungulates on forest vegetation and its dependence on the silvicultural system. *Forest Ecology and Management*, 88(1-2), 107-119 p.
- Remrod, J. 1993. Forward: A Search for Sustainable Forestry. The Swedish View. Págs. 4-5. Annual Publication of the Swedish Pulp and Paper Association. Stockholm.
- Resolución SDyP N° 19/1996 (1996, 17 de abril). Normas para la elaboración de Planes de Manejo y Ordenación. Secretaría de Desarrollo y Planeamiento. Boletín Oficial de la Provincia de Tierra del Fuego, AeIAS de la República Argentina, N° 635.
- Resolución COFEMA N° 277/2014 (2014, 8 de mayo). Consejo Federal de Medio Ambiente.
- Reyes, J.A.G. 2021. Los Derechos humanos en la legítima defensa y el uso proporcional de la fuerza. *Enfoques Jurídicos* 3: 23-34 p.
- Richter, L., Frangi, J. 1992. Bases ecológicas para el manejo del bosque de *Nothofagus pumilio* de Tierra del Fuego. *Revista de la Facultad de Agronomía de La Plata* 68: 35-52 p.
- Rincón Ruíz, A., Echeverry Duque, M.A., Piñeros Quiceno, A. M., Tapia Caicedo, C., David Drews, A., Arias Arévalo, P., Zuluaga Guerra, P. A. 2014. Valoración integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos. Aspectos conceptuales y metodológicos. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Ríos, P.A. 2017. Marco normativo de los Planes de manejo: análisis de su incidencia en la gestión sustentable de los bosques de lenga (*Nothofagus pumilio* (Poepp&Endl.) Krasser) de la Provincia de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur. Período 2004-2014. Tesis M. Sc. Universidad Nacional de Quilmes, Buenos Aires, Argentina. 150 p.
- Riveros M., Parades M.A., Rosas M.T. 1995. Reproductive biology in species of the genus *Nothofagus*. *Environmental and Experimental Botany* 35: 519-524 p.
- Rocuant, L. 1984. Efecto de giberelina y de tiourea en la germinación de semillas: Especies del género *Nothofagus*. *Bosque* 5: 53-58 p.
- Rodas, M.F. 1976. Conservación forestal en el Istmo: problemas principales y necesidades. *Revista de Biología Tropical* 24: 177-185 p.
- Rodríguez, R.R., Matthei, S., Quezada, M. 1983. Flora arbórea de Chile. Universidad de Concepción. Concepción, Chile.
- Rodríguez, R.G. 1990. Propagación de *Nothofagus* Chilenos por medio de semillas. *Agro-Ciencia* 6: 123-129 p.

- Rodríguez Flores, C. 2002. Desarrollo de los bosques de lenga (*Nothofagus pumilio*) después de la corta de regeneración en Monte Alto, XII Región. Tesis de Grado. Fac. de Csas. Agr. y Ftiles. Universidad de Chile, Santiago de Chile. 63 p.
- Roig, F., Anchorena, J., Dollenz, O., Faggi, A., Méndez, E. 1985. Las comunidades vegetales de la transecta botánica de la Patagonia Austral. En: Transecta botánica de la Patagonia Austral. O. Boelcke, D. Moore, F. Roig (Eds.). Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Buenos Aires, Argentina. 350-518 p.
- Roig, F. 1998. Flora Patagónica. Tomo VIII (I). Cap. La Vegetación de la Patagonia. (Correa, M., Ed). INTA Colección Científica, Buenos Aires, Argentina. 48-174 p.
- Rojas Ponce, Y., Bahamóndez, V., Büchner, C., Guíñez, R., Stuvén, M., Caroline, M., Müller-Using, S. 2016. Medidas de adaptación al cambio climático de los ecosistemas forestales. Instituto Forestal, Chile. Informe Técnico N° 208. 26p.
- Rosa Acosta, D.D.L. 2013. Una agricultura a la medida de cada suelo: desde el conocimiento científico y la experiencia práctica a los sistemas de ayuda a la decisión. Real Academia Sevillana de Ciencias. Sevilla, España.
- Rooney, T.P., Waller, D.M. 2003. Direct and indirect effects of white-tailed deer in forest ecosystems. *Forest ecology and management*, 181(1-2), 165-176 p.
- Rosenfeld, J.M., Navarro Cerrillo, R.M., Guzmán Álvarez, J.R. 2006. Regeneration of *Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser forests after five years of seed tree cutting. *Journal of Environmental Management* 78: 44-51 p.
- Rovere, A.E., Chalcoff, V.R. 2010. *Embothrium coccineum*: JR Forst. et G. Forst. *Kurtziana* 35: 23-33 p.
- Roxburgh, J.R., Kelly, D. 1995. Uses and limitations of hemispherical photography for estimating forest light environments. *New Zealand Journal of Ecology* 19: 213-217 p.
- Ruben, A.J., Bolger, D.T., Peart, D.R., Ayres, M.P. 1999. Understory herb assemblages 25 and 60 year after clearcutting of a northern hardwood forest, USA. *Biol. Conserv.* 90: 203-215 p.
- Rusch, V.E. 1992. Principales limitantes para la regeneración de lenga en la zona N. E. de su área de distribución. Variables ambientales en claros del bosque. En *Actas Seminario Manejo Forestal de Lenga y aspectos ecológicos relacionados* Vol. N°8. Esquel, Argentina. 61-73 p.
- Rusch, V.E. 2008. Manejo sustentable: cómo llevarlo a la práctica. INTA EEA. Bariloche Argentina. *Presencia* 52: 14-18 p.

- Rusch, V.E., Sarasola, M.M. 2011. Manejo Forestal Sustentable: Un ideal que puede ser realidad. Serie Técnica “Sistemas Forestales Integrados” EEA Bariloche, INTA
- Rusch, V.E., Vila, A., Marqués, B., Lantschner, M.V. 2015. Conservación de la biodiversidad en sistemas productivos: Fundamentos y prácticas aplicadas a forestaciones del Noroeste de la Patagonia. EEA Bariloche, INTA.
- Rusch, V.E., López, D.R., Cavallero, L., Rusch, G.M., Garibaldi, L.A., Grosfeld, J., Peri, P. 2017. Modelo de estados y transiciones de los ñirantales del NO de la Patagonia como herramienta para el uso silvopastoril sustentable. *Ecología austral* 27: 266-278 p.
- Rusch, V.E., Varela, S.A. 2019. Bases para el manejo de bosques nativos con ganadería en Patagonia Norte. Parte I. Ediciones INTA.
- Rusch, V.E., Fracassi, N. 2021. Indicadores de Biodiversidad: Informe preparado por el proyecto INTA PI 038. Evaluación, monitoreo y manejo de la biodiversidad en sistemas agropecuarios y forestales. EEA Bariloche, INTA.
- Ryan, S., Bisio, C., Bergamin, G., Fuentes, E. 2020. Políticas Públicas diferenciales orientadas a la sustentabilidad: orígenes de las buenas prácticas agropecuarias en el mundo y en Argentina. *Revista Americana de Empreendedorismo e Inovação* 2: 312-325 p.
- Sabogal, C., Hutchinson, I., Finegan, B., Reiche, C. 1993. El manejo sostenible de los bosques húmedos tropicales: el marco técnico y resultados de su aplicación en Centroamérica. In Tercer Congreso Forestal Centroamericano. Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo.
- Sabogal, C., Guariguata, M.R., Broadhead, J., Lescuyer, G., Savilaakso, S., Essoungou, N., Sist, P. 2013. Manejo forestal de uso múltiple en el trópico húmedo: oportunidades y desafíos para el manejo forestal sostenible. FAO Forestry Paper N° 173. Roma, Italia, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura / Bogor, Indonesia, Centro Internacional de Investigación Forestal.
- Salinas, S., Riquelme Espergue, F., Acuña Aroca, B., Uribe, M. 2019. Crecimiento de renovales de Lenga (*Nothofagus pumilio* (Poepp. & Endl.) Krasser) en el sur austral de Chile. *Ciencia e Investigación Forestal INFOR* 25: 35-66 p.
- Salinas, J., Caballé, G. 2020. Maqui, el fruto silvestre de mayor importancia en Chile. Instituto Forestal, Chile. 248 p.
- Salina, J. 2021. Ganadería Integrada al manejo de los bosques de Ñirre de Aysén: Buenas Prácticas para compatibilizar la producción y la conservación del bosque. Instituto Forestal, Chile. Documento de Divulgación N° 53. 24 p.

- Sandoval, A., Bolados, G., Rosas, M. 2014. Manual de recolección y procesamiento de semillas de especies forestales. Boletín INIA, (280). INIA. Intihuasi, Chile.
- Santos Biloni, J. 1990. Árboles Autóctonos Argentinos. Tipográfica Editora Argentina. Buenos Aires.
- Schiavini, A., Carranza, M. L., Deferrari, G., Escobar, J., Malmierca, L., Pietrek, A. G. 2016. Erradicación de especies invasoras: ciencia, actitud y entendimiento. El castor en Tierra del Fuego. Mastozoología neotropical 23: 279-288 p.
- Schinelli Casares, T. 2012. Producción de *Nothofagus* bajo condiciones controladas. Ediciones INTA.
- Schlegel Heldt, B., Müller-Using, S., Keim Schilling, H. 2022. Ensayo de regeneración natural en bosques del tipo forestal Roble-Raulí-Coigüe. Ciencia & Investigación Forestal 28: 23-35 p.
- Schmidt Alcoholado, A. 1999. Evolución de la Producción Forestal en Magallanes entre 1982 y 1996. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile. Santiago de Chile. 62 p.
- Schmidt, H., Urzúa, A., 1982. Transformación y manejo de los bosques de lenga en Magallanes. Universidad de Chile. Ciencias Agrarias N° 11.
- Schmidt, H. 1985. Tratamientos silviculturales para el manejo de los bosques nativos en las provincias patagónicas de la República Argentina. Proyecto de Cooperación Técnica para el Desarrollo de la Región Sur de Argentina. Organización de los Estados Americanos, 59p.
- Schmidt, H. 1989. Evaluación de los ensayos de manejo forestal de la lenga-XII Región. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Corporación Forestal Nacional. XII Región. Chile.
- Schmidt, H., Caldentej, J., Gaertig, T. 1992. Informe Lenga 1992: Análisis silvicultural de los ensayos, XII Región. Universidad de Chile-CONAF. 37 p.
- Schmidt, H; Caldentej, J. 1994. Apuntes Tercer Curso “Silvicultura de los bosques de Lenga”. Universidad de Chile, Departamento de Silvicultura. 95 p.
- Schmidt, H. 1994. Silvicultura y sustentabilidad en un bosque de lenga de producción en Magallanes. En: Actas Seminario Medio Ambiente, Biodiversidad y Actividades Productivas. Instituto Forestal (INFOR). Santiago, Chile. 107-117 p.
- Schmidt, H., Caldentej, J., Donoso, S. 1995. Informe: Investigación sobre el manejo de la lenga – XII Región. Universidad de Chile – CONAF. 40 p.

- Schmidt, H., Caldentey, J., Donoso, S., Peña, K. 1996. Seguimiento forestal y ambiental del uso de los bosques de lenga XII Región. Corporación Nacional Forestal XII Región- Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales.
- Schmidt, H.; Caldentey, J., Peña, K. 1997. Seguimiento Forestal y Ambiental de los Bosques de Lenga – XII Región. Informe Lenga 1997. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 36 p.
- Schmidt, H. 1997. Aprovechamiento y sustentabilidad productiva en el bosque de lenga en Magallanes. Conferencia Internacional. Sistemas de producción forestal: Análisis, cuantificación y sustentabilidad. Talca, Chile. 7 p.
- Schmidt, H., Caldentey, J. 1999. Seguimiento forestal y ambiental del uso de los bosques de lenga XII Región. Corporación Nacional Forestal XII Región, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales.
- Schmidt, M. A. 2015. Un abordaje histórico en torno a los discursos y sentidos vinculados al "recurso boscoso" en Argentina.
- Schweitzer, A. 2011. Fronteras, recursos naturales y crisis en la Patagonia sur argentina. Integración geoestratégica, seguridad, fronteras y migración en América Latina, 33-67 p.
- Schweitzer, A. 2016. La Patagonia sur como espacio global para la expansión del capital transnacional. *Theoria* 34: 139-151 p.
- Serrano Ramírez, E., Valdez-Lazalde, J.R., Santos Posadas, D., Manuel, H., Mora Gutiérrez, R.A., Ángeles Pérez, G. 2019. Optimización de la producción forestal maderable y conservación del ecosistema en bosques comunitarios en el sur de México. *Bosque* 40: 195-204 p.
- Sevilla Martínez, F. 2013. La predicción en sistemas complejos: ciencia y aplicación práctica. Sociedad Española de Ciencias Forestales. 6º Congreso Forestal Español. 10-14 de Junio 2013. Vitoria Gasteiz, España.
- Shugart, H. H., Smith, T. M. 1992. Modelos para predecir la dinámica de los bosques boreales en respuesta al cambio ambiental. *Unasylva* 43: 30-38 p.
- Siefeld, W., Venegas, C. 1980. Poblamiento e impacto ambiental de *Castor canadensis* en la Isla Ambarino, Chile. *Anales Instituto Patagonia* 11: 247-257 p.
- Silva Aguad, C.P., Schmidt Van Marle, H., Schmidt, A. 2008. Desarrollo de los bosques de Lenga (*Nothofagus pumilio*) después de la corta de regeneración. *Ciencia e Investigación Forestal* 14: 65-76 p.

- Silva, P., Quinteros, C., Greslebin, A., Bava, J., Defossé, G. 2017. Characterization of *Nothofagus pumilio* (Lenga) understory in managed and unmanaged forest of Central Patagonia, Argentina. *Forest Science* 63: 173-183 p.
- Silvertown, J.W. 1980. The evolutionary ecology of mast seeding in trees. *Biological Journal of the Linnean Society* 14: 235-250 p.
- Skewes, O., González, F., Rubilar, L., Quezada, O.M., Olave, R.R., Vargas, V.R., Avila, A.C. 1999. Investigación, aprovechamiento y control del castor en islas Tierra del Fuego y Navarino. Punta Arenas, Chile. Servicio de Gobierno Regional XII Región, Magallanes y Antártica Chilena. 185 p.
- Skewes, O., González, F., Olave, R., Avila, A.C., Vargas, V.R., Paulsen, P., König, H. 2006. Abundance and distribution of American Beaver, *Castor canadensis* (Kuhl 1820), in Tierra del Fuego and Navarino islands, Chile. *European Journal of Wildlife Research* 52: 292-296 p.
- Skr, V., Staffieri, G., Ferrere, P., Martínez Pastur, G., Peri, P.L., 1997. Incidencia de la cobertura, el aprovechamiento y el ramoneo de *Lama guanicoe* sobre la regeneración de un bosque de *Nothofagus pumilio*. *Actas II Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano*. Tomo Bosques Nativos y Protección Ambiental. Posadas, 13-15 de Agosto. 149-162 p.
- Smith, D.M.; Larson, B.C.; Ashton, P.M.S. 1997. *The Practice of Silviculture*. Apágslied Forest Ecology, 9th Edición. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Sosa Rodríguez, F.S. 2015. Política del cambio climático en México: avances, obstáculos y retos. *Revista Internacional de Estadística y Geografía* 6: 4-23 p.
- Soler Esteban R. 2011. Regeneración natural de *Nothofagus antarctica* en bosques primarios, secundarios y bajo uso silvopastoril. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba, Argentina. 144 p.
- Soler Esteban R.; Martínez Pastur, G.; Lencinas, M.V.; Borelli, L. 2011. Differential forage use between large native and domestic herbivores in Southern Patagonian *Nothofagus* forests. *Agroforestry Systems* 85: 397–409 p.
- Soler Esteban R., Martínez Pastur G., Lencinas M.V., Borrelli L., 2012. Differential forage use between native and domestic herbivores in southern Patagonian *Nothofagus* forests. *Agroforestry Systems* 85:397-409 p.
- Soler Esteban R., Martínez Pastur, G., Lencinas, M.V., Borrelli, L. 2013. Seasonal diet of *Lama guanicoe* (Camelidae: Artiodactyla) in a heterogeneous landscape of South Patagonia. *Bosque* 34: 129-141 p.

- Soler Esteban R., Schindler S., Lencinas M.V., Peri P.L., Martínez Pastur, G., 2015. Retention forestry in southern Patagonia: Multiple environmental impacts and their temporal trends. *International Forestry Review* 17: 231-243 p.
- Soler Esteban, R., Gowda, J. H. 2019. ¿Podremos manejar en forma sostenible nuestros bosques nativos?. *Ecología Austral* 29: 120-121 p.
- Soliani, C., Umaña, F., Mondino, V.A., Thomas, E., Pastorino, M.J., Gallo, L.A., Marchelli, P. 2017. Zonas genéticas de lenga y ñire en Argentina y su aplicación en la conservación y manejo de los recursos forestales. Ediciones INTA.
- Sousa W.P. 1984. The role of disturbance in natural communities. *Annual Review of Ecology and Systematics* 15: 353-381 p.
- Spagarino, C., Martínez Pastur, G., Peri, P. 2001. Changes in *Nothofagus pumilio* forest biodiversity during the forest management cycle: 1. Insects. *Biodiversity and Conservation* 10: 2077-2092 p.
- Spies, T.A. 1998. Forest structure: a key to the ecosystem. *Northwest Sci.* 72: 34-39 p.
- Stanley, S.A. 1996. Monitoreo estatal de concesiones forestales comunitarias en la Reserva de la Biosfera Maya, Petén, Guatemala. Colección Manejo Forestal en la Reserva de la Biosfera Maya: N° 6. Serie Técnica, Informe Técnico N° 281. CATIE-Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica.
- Swanson, F.J.; Franklin, J.F. 1992. New Forestry principles from ecosystem analysis of Pacific Northwest forests. *Ecological Applications* 2: 262-274 p.
- Tercero Bucardo, N.; Rovere, A. 2010. Patrones de dispersión de semillas y colonización de *Misodendrum punctulatum* (Misodendraceae) en un matorral postfuego de *Nothofagus antarctica* (Nothofagaceae) del noroeste de la Patagonia. *Revista Chilena de Historia Natural* 83: 375-386 p.
- Thiers, O. 1997. Estudio de relaciones entre los bosques de coigüe de Magallanes (*Nothofagus betuloides*) y el suelo en Tierra del Fuego. Tesis de Grado. Fac. de Csas. Agr. y Ftiles. Universidad de Chile, Santiago de Chile. 101 pp.
- Thiers, O., Gerding, V. 2007. Variabilidad topográfica y edáfica en bosques de *Nothofagus betuloides* (Mirb) Blume, en el suroeste de Tierra del Fuego, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 80: 201-211 p.
- Thiers, O., Gerding, V., Reyes, J., Gayoso, J. 2012. Bases edáficas para silvicultura en bosques nativos de Chile: Sistematización y validación de información sobre características y procesos de suelos.

- Thomas, H. 2010. Los estudios sociales de la tecnología en América Latina. *Íconos-Revista de Ciencias Sociales* 37: 35-53 p.
- Thomasius, H., Schmidt, P.A. 1996. *Wald, Forstwirtschaft und Umwelt*. Economica Verlag. Bonn. 435 p.
- Thompson, K., Grime J.P. 1979. Seasonal variation in the seed bank of herbaceous species in ten contrasting habitats. *Jornal of Ecology* 67: 893-921 p.
- Thompson I, Mackey B, McNulty S, Mosseler A. 2009. Forest resilience, biodiversity, and climate change. In Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal. Technical Series 43: 1-67 p.
- Toro Manríquez, M. 2014. Regeneración de Lengua en micrositios de sectores perturbados y no perturbados por efectos del *Castor canadensis* Kuhl en Tierra del Fuego. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza. Universidad de Chile. 50 p.
- Toro Manríquez, M., Promis, A., Huertas Herrera, A., Martínez Pastur, G. 2018. Influencia del micrositio y la exposición en la regeneración de bosques de *Nothofagus pumilio* afectados por *Castor canadensis* en Tierra del Fuego: un análisis exploratorio. *Bosque* 39: 431-440 p. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002018000300431>
- Torres, C. D. 2012. Biología reproductiva de *Nothofagus*, con especial referencia *N. obliqua* (Mirb.) Oerst.(roble pellín) y *N. nervosa* (Phil.) Krasser (raulí). Tesis Doctoral. Universidad Nacional del Comahue. Bariloche, Rio Negro, Argentina. 168 p.
- Torres, J. 2014. Contribución del conocimiento y tecnologías tradicionales a la adaptación al cambio climático en las montañas de América Latina. *Apuntes de Investigación* 2: 1-10 p.
- Torres A.D., Cellini J.M., Lencinas M.V., Barrera M.D., Soler R., Diaz Delgado R., Martínez Pastur G. 2015. Seed production and recruitment in primary and harvested *Nothofagus pumilio* forests: Influence of regional climate and years after cuttings. *Forest Systems* 24: 1-11 p.
- Tranquillini, W. 1979. *Physiological Ecology of the Alpine Timberline*. Springer-Verlag, Berlin, 137 p.
- Tuhkanen, S., Ikuokka, I., Hyvonen, N., Stenroos, S., Niemela, J. 1989-1990. Tierra del Fuego as a target for biogeographical research in the past and present. *An. Ins. Patagonia* 19: 107 p.
- Tuhkanen, S. 1992. The climate of Tierra del Fuego from a vegetation geographical point of view and its ecoclimatic counterparts elsewhere. *Acta Botánica Fennica* 145: 1-64 p.

- Uriarte, C., Grosse, H. 1991. Los bosques de Lengua (*Nothofagus pumilio*). Una orientación para su uso y manejo, recopilación bibliográfica. CORFO-INFOR. Informe Técnico N° 126. Concepción, Chile. 92 p.
- Valdebenito, G. 2016. Perspectivas de los productos forestales no madereros (PFNM) en Chile. Capítulo 17. Los Sistemas Agroforestales en Chile, Instituto Forestal de Chile. Santiago de Chile. 357 p.
- Valencia Aguilar, C.D. 2016. Criterios e indicadores aplicables en la gestión sostenible de plantaciones forestales de ciclo corto en Colombia: una revisión. Tesis M. Sc. Facultad de Estudios Ambientales y Rurales. Bogotá, Colombia. 97 p.
- Vallejo, C., Chacón, M., Cifuentes, M. 2016. Sinergias entre adaptación y mitigación del cambio climático (SAM) en los sectores agrícola y forestal. Concepto y propuesta de acción. Serie Técnica. Boletín Técnico 79.
- Vanclay, J. 1994. Modeling Forest Growth and Yield: Applications to Mixed Tropical Forests. CAB International, Wallingford, UK, 312 p.
- Van Steenis, J. 1972. *Nothofagus* key genus to plant geography. En: Taxonomy, phytogeography and Evolution. Academic Press. 274-289 p.
- Varela, S. A., Gobbi, M. E., Laos, F. 2006. Banco de semillas de un bosque quemado de *Nothofagus pumilio*: efecto de la aplicación de compost de biosólidos. Ecología austral 16: 63-78 p.
- Varela, S.A. 2010. Respuestas morfológico-fisiológicas ante distintos tipos e intensidades de estrés en dos especies patagónicas del género *Nothofagus* con aptitud comercial. Tesis Doctoral. Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina. 138 p.
- Varela, S.A., Arana, M.V. 2011. Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pregerminativos. EEA Bariloche, INTA.
- Vatasan, G. 1983. Notes on the regeneration of beech after logging on Mt Giluwe. Klinkii 2: 65-68 p.
- Vázquez, D.P., Simberloff, D. 2004. Indirect effects of an introduced ungulate on pollination and plant reproduction. Ecological Monographs, 74(2), 281-308 p.
- Vázquez Barquero, A. 2018. Constitución, desarrollo endógeno y dinámica de las instituciones. Revista de Economía Mundial 48: 201-220 p.
- Veblen T.T., Ashton D.H., Schlegel F., Veblen A. 1977. Distribution and dominance of species in the understory of a mixed evergreen-deciduous *Nothofagus* forest in the south-central Chile. Journal of Ecology 65: 815-830 p.

- Veblen T.T., Ashton D.H. 1978. Catastrophic influences on the vegetation of the Valdivian Andes. *Vegetatio* 36: 149-167 p.
- Veblen T.T. 1979. Structure and dynamics of *Nothofagus* forests near timberline in South-central Chile. *Ecology* 60: 937-945 p.
- Veblen T.T., Schlegel F., Escobar B. 1980. Structure and dynamics of old-growth *Nothofagus* forests in the Valdivian Andes, Chile. *Journal of Ecology* 68: 1-31 p.
- Veblen T.T., Donoso C., Schlegel F.M., Escobar B. 1981. Forest dynamics in south-central Chile. *Journal of Biogeography* 8: 221-247 p.
- Veblen T.T. 1982. Regeneration patterns in *Araucaria araucana* (mol.) Koch. Forest in Chile. *Journal of Biogeography* 9: 11-28 p.
- Veblen T.T. 1985. Stand dynamics in Chilean *Nothofagus* forests. In: *The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics*. S.T.A. Pickett, P.S. White (Eds.). New York: Academic Press. 35-51 p.
- Veblen T.T. 1989. *Nothofagus* regeneration in tree fall gaps in northern Patagonia. *Canadian Journal of Forest Research* 19: 365-371 p.
- Veblen T.T., Burns B.R., Kitzberger T., Lara A., Villalba R. 1995. The ecology of the conifers of South America. In: *Ecology of Southern Conifers*. N.J. Enright, R.S. Hill (Eds.). Melbourne, University Press. 120-155 p.
- Veblen T.T., Hill R.S., Read J. 1996a. The ecology and biogeography of *Nothofagus* forests. Yale University Press. 403 p.
- Veblen T.T., Donoso C., Kitzberger T., Rebertus A.J. 1996b. Ecology of Southern Chilean and Argentinean *Nothofagus* forests. In: *The ecology and biogeography of Nothofagus Forests*. T.T. Veblen, R.S. Hill, J. Read (Eds.). Yale University Press. 293-353 p.
- Veblen T.T., Kitzberger T., Burns B.R., Rebertus A.J. 1996c. Perturbaciones y regeneración en bosques andinos del sur de Chile y Argentina. In: *Ecología del Bosque Nativo de Chile*. J.J. Armesto (Ed.). Universidad de Chile Press. 169-198 p.
- Veblen T.T., Kitzberger T., Villalba R. 2004. Nuevos paradigmas en ecología y su influencia sobre el conocimiento de la dinámica de los bosques del sur de Argentina y Chile. En: *Ecología y manejo de los bosques nativos de Argentina*. Arturi M.F., J.L. Frangi, J.F. Goya (Eds.). Editorial Universidad Nacional de La Plata. 1-48 p.
- Venegas C., Schlatter, R. P. 1999. Efecto de la intervención silvícola en bosques de *Nothofagus pumilio* sobre ensambles avifaunísticos estivales en Tierra del Fuego. *Anales del Instituto de la Patagonia* 27: 41-50 p.

- Vergara, P.M., Schlatter, R.P. 2006. Aggregate retention in two Tierra del Fuego *Nothofagus* forests: Short-term effects on bird abundance. *Forest Ecology and Management* 225: 213-224 p.
- Vilanova, E., Sabogal, C. 2012. La silvicultura en bosques naturales de Venezuela: Lecciones aprendidas y recomendaciones para la política y la práctica. *Revista Forestal Venezolana* 56: 97-103 p.
- Vílchez, L.O. 2004. Planificación del manejo diversificado de bosques latifoliados húmedos tropicales. CATIE. Manual Técnico N° 56.
- Vukasovic, R., Martínez Pastur, G., Cellini, J.M. 2004. Plan de Manejo Forestal 'Los Cerros'. Consultora "Servicios Forestales". 125 pp.
- Wabö, E. 1998. Informe final de las tareas de campo. Inventario Forestal de la Provincia de Tierra del Fuego. Convenio Provincia-CFI. 28 p.
- Wallem, P.K., Jones, C., Marquet, P., Jaksic, F. 2007. Identificación de los mecanismos subyacentes a la invasión de *Castor canadensis* (Rodentia) en el archipiélago de Tierra del Fuego, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 80: 309-325 p.
- Wardle, J.A. 1980: Ecology and distribution of silver beech (*Nothofagus menziesii*) in the Paringa district, south Westland, New Zealand. *New Zealand journal of ecology* 3: 23-36 p.
- Wardle, P. 1985. New Zealand timberlines. 1. Growth and survival of native and introduced tree species in the Craigieburn Range, Canterbury. *New Zealand Journal of Botany* 23: 219-234 p.
- Warner, J.H., Harper, K.T. 1972. Understory characteristics related to site quality for aspen in Utah. *Brigham Young Univ. Sci. Bull. Biol.* 16: 1-20 p.
- Weisberg, P.J., Bugmann, H. 2003. Forest dynamics and ungulate herbivory: from leaf to landscape. *Forest Ecology and Management*, 181(1-2), 1-12 p.
- Wigley, T.B., Roberts, T.H. 1997. Landscape-level effects of forest management on faunal diversity in bottomland hardwoods. *Forest Ecology and Management*, 90: 141-154 p.
- Yapura, P. 2001. Evaluación del estado de cuarteles forestales aprovechados y sus áreas de influencia (primera y segunda etapa). Proyecto CFI-Gobierno de la Provincia de Tierra del Fuego.
- Zamorano Elgueta, C., Cayuela, L., Rey-Benayas, J.M., Donoso, P.J., Geneletti, D. Hobbs, R. 2014. The differential influences of human-induced disturbances on tree regeneration community: a landscape approach. *Ecosphere* 5: 1-17 p.

Zanetti, E.A., Gómez García, J.J., Mostacedo, J., Reyes, O. 2017. Cambio climático y políticas públicas forestales en América Latina: una visión preliminar. CEPAL. Santiago de Chile.

Zeide, B. 1993. Analysis of growth equations. Forest Science 39: 594-616 p.

«« »»

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Figura 1.1. Mapa de ubicación de Tierra del Fuego y tipos de vegetación	3
Figura 1.2. Representación de las fases de desarrollo de los bosques de lenga	8
Figura 1.3. Dinámica de claros (treefall)	12
Figura 1.4. Silvicultura en bosques puros de <i>N. pumilio</i> en Tierra del Fuego	16
Figura 1.5. Cortas de protección para bosques de <i>N. pumilio</i> en un ciclo forestal de hasta 140 años	17
Figura 1.6. Sistema silvícola de cortas de protección para bosques de <i>N. pumilio</i>	18
Figura 1.7. Sistema silvícola de retención variable para bosques de <i>N. pumilio</i>	20
Figura 1.8. El método de retención variable en Tierra del Fuego	22
Figura 1.9. Vista general en la actualidad de tala rasa en fajas realizada en la década de 1960 en la Ciudad de Tolhuin	25
Figura 1.10. Constataciones durante las actividades de control de la actividad forestal a escala de rodal	36
Tabla 2.1. Información administrativa-geográfica de las áreas de muestreo o rodales	44
Figura 2.1 Ubicación de las áreas de muestreo en los bosques de <i>Nothofagus pumilio</i> .	45
Figura 2.2. Método de establecimiento de las parcelas de muestreo	47
Figura 2.3. Establecimiento en el territorio de las parcelas de muestreo	48
Figura 2.4. Esquema síntesis del desarrollo de la tesis	50
Figura 3.1. Modelo de índice de sitio y clases de sitio	55
Figura 3.2. Distribución de las áreas de muestreo en el gradiente de temperatura media anual y precipitación media anual	56
Figura 3.3. Perfil de los bosques de <i>N. pumilio</i> a lo largo del gradiente altitudinal	57
Tabla 3.1. Análisis de varianza de variables climáticas para las zonas de estudio norte, este y sur	57
Figura 3.4. Bosques primarios de lenga en la región ecotono-bosque en	58

Estancia Pirinaica, zona norte

Figura 3.5 Ubicación de las áreas de muestreo en los tipos de cuencas hidrográficas	61
Figura 4.1. Uso de forcípula forestal para medición del DAP, tocón sin corteza en rodal cosechado y árbol muerto en pie	68
Figura 4.2. Fases de desarrollo en los bosques de <i>N. pumilio</i>	69
Figura 4.3. Niveles de la estructura forestal	70
Tabla 4.1. Análisis de varianza multifactorial para niveles de estructura forestal en tres zonas y en dos períodos de tiempo luego de la cosecha	72
Figura 4.4. Gráfico de cajas y bigotes para cantidad de árboles por hectárea y DAP para estructura original por zonas y período postcosecha.	73
Figura 4.5. Gráfico de cajas y bigotes para cantidad de árboles por hectárea y DAP para estructura cosechada por zonas y período postcosecha.	74
Figura 4.6. Gráfico de cajas y bigotes para cantidad de árboles por hectárea (A) y DAP (B) para estructura remanente por zonas y período postcosecha.	74
Figura 4.7. Gráfico de cajas y bigotes para cantidad de árboles por hectárea (A) y DAP (B) para estructura remanente por zonas y período postcosecha.	75
Figura 4.8. Gráfico de cajas y bigotes para cantidad de árboles por hectárea de la estructura dañada (A) y DAP (B) de la estructura actual.	76
Tabla 4.2. Análisis de varianza multifactorial para estructura forestal actual en las diferentes zonas de muestreo y períodos luego de la cosecha.	76
Figura 4.9. Niveles de la estructura forestal primaria luego de la cosecha.	78
Figura 4.10. Fotografías hemisféricas en áreas de cosecha y durante el período Post+5 y Post+10.	79
Tabla 4.3. Análisis de varianza multifactorial en las diferentes zonas de muestreo y en dos períodos de tiempo luego de la cosecha	81
Figura 4.11. Gráfico de cajas y bigotes para relación del área basal de la estructura dañada y el área basal de la estructura original.	81
Figura 5.1. Daños sobre la regeneración natural bajo cobertura de un bosque primario	94
Figura 5.2. Banco de plántulas acompañada de sotobosque bajo cobertura de un bosque primario en Estancia Campo Chico, zona este	95
Figura 5.3. Eje central de parcela de muestreo identificada por cinta métrica para el registro por puntos sobre grupo funcional	99

Figura 5.4. Diseño experimental para el establecimiento de las subparcelas de muestreo	100
Tabla 5.1 Análisis de varianza de la cubierta del suelo forestal, grupos taxonómicos y formas de vida en relación al tiempo transcurrido luego del aprovechamiento forestal.	102
Tabla 5.2 Análisis de varianza de la cubierta del suelo forestal, grupos taxonómicos y formas de vida en relación a las zonas de cosecha forestal.	103
Figura 5.5. Constataciones generales del sotobosque acompañante de la regeneración natural de <i>N. pumilio</i> en diversos sitios del territorio.	104
Tabla 5.3 Análisis de varianza de la regeneración natural en la escala temporal	105
Tabla 5.4 Análisis de varianza de la regeneración pre establecida y post establecida en la escala temporal de tiempo transcurrido luego de la cosecha forestal	106
Figura 5.6. Grado de dominancia entre la regeneración pre y post establecida en la escala temporal	106
Tabla 5.5 Análisis de varianza de la estructura de la regeneración total en estratos de altura en la escala temporal luego de la cosecha forestal	107
Figura 5.7. Estratos de la regeneración en la escala temporal.	107
Tabla 5.6 Análisis de varianza de la regeneración natural en la escala territorial para el período Post+5 y Post+10.	108
Tabla 5.7 Análisis de varianza de la regeneración pre establecida y post establecida en la escala territorial.	109
Figura 5.8. Gráfico de cajas y bigotes de la variabilidad de densidad de la regeneración por período luego de la cosecha y por zonas.	109
Figura 5.9. Gráfico circular de porcentajes de dominancia entre la regeneración preinstalada y postinstalada en la escala territorial.	110
Tabla 5.8 Análisis de varianza de la estructura de la regeneración total en estratos de altura en la escala temporal.	111
Figura 5.10. Gráfico de medias sobre la variabilidad de densidad de la regeneración según estratos de alturas por período luego de la cosecha y por zonas.	111
Figura 5.11. Gráfico de medias sobre la variabilidad de densidad de la regeneración para el estrato de plantas con alturas mayores a 0,5 m (est>0,5).	112
Figura 5.12. Aspecto general de la regeneración natural de <i>N. pumilio</i> en áreas de bosques cosechadas.	112

Figura 5.13. Medición de alturas de la regeneración natural con cinta métrica en zonas de cosecha este, norte y sur	113
Tabla 5.9. Regresión múltiple de variables de la regeneración natural en función al área basal, cobertura de copas, daños bióticos, abióticos y gradientes ambientales.	115
Figura 5.14. Registro de daños sobre la regeneración natural en los bosques luego de la cosecha estudiados.	116
Figura 5.15. Aspecto general de la regeneración natural de <i>N. pumilio</i> en áreas de bosques cosechados.	120
Figura 5.16. Aspecto general de la regeneración natural en bosques cosechados en la zona este de la provincia de Tierra del Fuego.	123
Figura 5.17. Características de daños sobre la regeneración fácilmente visible durante la evaluación post-cosecha.	127
Figura 5.18. Imágenes generales de parcelas de muestreo con desarrollo de la regeneración natural en la provincia de Tierra del Fuego.	130
Figura 6.1. Actividades de fiscalización y extensión forestal en bosques productivos de <i>N. pumilio</i>	137
Figura 6.2. Fiscalización de la actividad de aprovechamiento forestal en bosques de producción.	143
Figura 6.3. Actividades durante el frente de cosecha y cierre de áreas habilitadas para el aprovechamiento forestal.	144
Figura 6.4. Secuencia técnica-administrativa de evaluación, fiscalización y monitoreo forestal en virtud al cumplimiento del marco normativo	147
Figura 6.5. Planificación y simbologías operativas y de uso cotidiano con productores forestales.	148
Figura 6.6. Secuencia técnica para la aplicable a la evaluación y verificación de sistemas y tratamientos silvícolas	155
Figura 6.7. Modelo de cortas sucesivas de protección para productos comerciales en bosques primarios maduros de <i>N. pumilio</i>	157
Figura 6.8. Modelo alternativo para áreas de bosques primarios con tratamientos silvícolas incompletos	159

«« »»

ANEXO I. Marco Normativo vinculante a la actividad forestal

LEY FORESTAL DE LA PROVINCIA DE TIERRA DEL FUEGO N° 145/94

CAPITULO I

DISPOSICIONES GENERALES

Artículo 1°.- La Provincia de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur fomentará y asegurará el aprovechamiento del recurso forestal, en procura de un desarrollo de la actividad, compatible con la condición de patrimonio natural y bien social heredado y transmisible a las generaciones venideras, en el marco de los principios del desarrollo sustentable.

Asimismo, propiciará una mayor elaboración de los productos forestales, acrecentando su procesamiento por empresas radicadas en la Provincia e incrementando la capacidad industrial presente y futura, en un marco económico productivo capaz de generar riqueza, trabajo y bienestar para la sociedad.

Artículo 2°.- Decláranse de interés público provincial los bosques, su defensa, mejoramiento, regeneración, uso integral, aprovechamiento, formación; la planificación silvícola; el desarrollo, fomento e integración adecuados de la industria forestal; y los suelos forestales.

El ejercicio de los derechos sobre los bosques y tierras forestales de propiedad pública o privada y sus productos y subproductos, queda sometido a las disposiciones de la presente Ley y su reglamentación.

Artículo 3°.- Prohíbese la enajenación por cualquier concepto de tierras fiscales ocupadas por bosques naturales.

Artículo 4°.- En los casos en que la tierra transferida con anterioridad a la sanción de la presente Ley posea bosque y el precio de éste no haya sido pagado, el titular del dominio podrá optar para la cancelación del mismo entre las siguientes alternativas:

- a) Pago en dinero al contado o en cuotas;
- b) pago en especies, otorgando el usufructo del mismo al Estado Provincial para que extraiga por sí o por terceros el volumen de madera por el valor equivalente.

Artículo 5°.- Créase la Comisión de Acuerdo que tendrá como función la de determinar el valor de los bosques cuyo precio esté pendiente de cancelación, la que estará integrada por:

- a) Un (1) representante de la Autoridad de Aplicación;
- b) el Ministro de Economía de la Provincia o quien lo represente;
- c) un (1) representante de los titulares de dominio a los que hace referencia el artículo precedente.

Las decisiones de esta Comisión podrán ser recurridas ante los Tribunales Provinciales competentes.

CAPITULO II

DE LA ADHESION

Artículo 6°.- Adhiérese la Provincia a la Ley Nacional N° 13.273 de Defensa de la Riqueza Forestal en su texto original, modificatorias, complementarias y a la normativa de desregulación establecida a nivel nacional, en lo que no se opongan a la presente Ley.

CAPITULO III

DE LA CLASIFICACION DE LOS BOSQUES

Artículo 7°.- Clasifícanse los bosques en:

- a) Protectores;
- b) permanentes;
- c) experimentales;
- d) de producción;
- e) degradados;
- f) especiales.

Artículo 8°.- La Autoridad de Aplicación forestal declarará los bosques que tendrán carácter de protectores, permanentes, experimentales, degradados, de producción o especiales, los que estarán sujetos al presente régimen legal. La declaración respectiva se realizará en base a estudios técnicos.

CAPITULO IV

REGIMEN DE LOS BOSQUES DE PRODUCCION

Artículo 9°.- El aprovechamiento de los bosques fiscales de producción podrá efectuarse por personas físicas o jurídicas mediante:

- a) Permisos anuales, hasta un máximo de 2.500 metros cúbicos por permisionario;
- b) concesiones por adjudicación directa de superficies no mayores de 1.000 hectáreas y por un plazo de hasta diez (10) años de duración;
- c) concesión por adjudicación mediante licitación pública de superficies mayores de 1.000 y hasta 30.000 hectáreas por adjudicatario, teniendo como plazo máximo de duración sesenta (60) años.

Reglamentariamente se establecerá la oportunidad, modo y procedimiento de la licitación y recaudos a llenar por los oferentes, como así también para la renovación de las concesiones. El Estado se reserva el derecho de declarar desiertas las mismas por causas debidamente fundadas.

Artículo 10°.- La Autoridad de Aplicación, en base al ordenamiento forestal regional, podrá reservar superficies complementarias a las otorgadas, con la finalidad de asegurar en forma normal y permanente el abastecimiento de materia prima a los adjudicatarios. Estas constituirán reservas forestales de producción. Para la adjudicación de dichas superficies se tendrá en cuenta el grado de cumplimiento del plan de manejo.

Artículo 11°.- Será condición indispensable para iniciar los trabajos de aprovechamiento forestal, la aprobación del plan de manejo por la Autoridad de Aplicación, la que actuará en forma conjunta con la Autoridad de Aplicación de la Ley Provincial de Medio Ambiente. Reglamentariamente se establecerán los contenidos y modalidades de presentación del mismo, como así también las oportunidades en que se requerirá la intervención de profesional competente.

Artículo 12°.- La Autoridad de Aplicación podrá prestar asesoramiento a los pequeños productores forestales para la confección de los planes de manejo.

Artículo 13°.- Los adjudicatarios de concesiones y permisos en bosques fiscales están obligados a realizar el aprovechamiento bajo su directa dependencia y responsabilidad, no siendo transferibles sin previa autorización administrativa de la Autoridad de Aplicación, bajo pena de caducidad.

Artículo 14°.- El aprovechamiento de bosques fiscales queda sujeto al pago de un aforo, el cual será establecido por la reglamentación. La Autoridad de Aplicación podrá otorgar permisos, libre del pago de aforo a entidades públicas o privadas con fines científicos o de beneficencia, con la prohibición de comercializarlos. El aprovechamiento de los bosques privados estará sujeto al pago del derecho de inspección y fiscalización.

Artículo 15°.- Si un bosque privado considerado de producción, no fuera objeto de aprovechamiento de acuerdo al plan de manejo aprobado, la Autoridad de Aplicación, previa audiencia, podrá intimar a su propietario para que se ajuste a las normas de aprovechamiento que establece la presente Ley y su reglamentación.

Artículo 16°.- Para el aprovechamiento de las áreas sujetas al uso silvopastoril, la Autoridad de Aplicación deberá aprobar el respectivo plan de manejo que contemplará:

- a) La estructura del bosque;
- b) la especie animal.

Reglamentariamente se establecerán los contenidos y modalidades de presentación del mismo.

Artículo 17°.- Queda prohibida la ocupación de tierras forestales fiscales sin la aprobación de la Autoridad de Aplicación. Los intrusos serán expulsados según el procedimiento prescripto por el artículo 8° de la Ley Nacional N° 21.900.

La simple ocupación de tierras forestales de propiedad del Estado Provincial no servirá de título de preferencia para su concesión, con excepción de lo dispuesto en el artículo 52 de la presente.

CAPITULO V

REGIMEN FORESTAL ESPECIAL

Artículo 18°.- Una vez clasificados los bosques privados en alguna de las categorías enunciadas en el Capítulo III, no podrá innovarse su condición sin la autorización del organismo forestal provincial. La declaración de bosques privados como protectores, permanentes, experimentales o degradados, impone las siguientes cargas y restricciones para sus propietarios:

- a) Comunicar a la autoridad forestal la transferencia de la titularidad o propiedad del inmueble;
- b) conservar y repoblar el bosque en las condiciones técnicas que se establezcan, siempre que la repoblación fuere necesaria por uso irracional o destrucción imputable al propietario;
- c) realizar el aprovechamiento con sujeción a las normas técnicas que se establezcan;

d) recabar autorización previa para cualquier género de trabajo en el suelo o subsuelo, que afecten su existencia;

e) permitir a la autoridad forestal la realización de los trabajos necesarios para el cumplimiento de los fines específicos en la declaración respectiva.

Artículo 19°.- Los bosques protectores y permanentes deberán ser conservados, y podrán ser ampliados y enriquecidos en las condiciones técnicas que se establezcan. Si se tratara de bosques de propiedad privada, la Autoridad de Aplicación podrá realizar los trabajos necesarios, cuidando de respetar el derecho de dominio del titular y de no dañar sus bienes o dificultar su actividad económica en la parte del predio no sujeta a aquellas tareas.

Artículo 20°.- Los bosques declarados protectores y permanentes solamente podrán ser aprovechados bajo condiciones técnicas que contemplen prácticas silvícolas mejoradoras, que se ajusten a su función específica de protección y conservación.

Artículo 21°.- Los bosques declarados degradados podrán ser sometidos a prácticas silvícolas mejoradoras a efectos de cambiar su situación. Si éstos fueran del dominio privado, sus titulares permitirán el acceso a ellos para realizar las labores necesarias en las condiciones establecidas en la segunda parte del artículo 19 de la presente.

Si la degradación fuera imputable al propietario, se le intimará a realizar las prácticas silvícolas mejoradoras que técnicamente se establezcan.

Artículo 22°.- Se fomentará la formación de bosques especiales.

CAPITULO VI

DE LAS FORESTACIONES

Artículo 23°.- La Autoridad de Aplicación realizará estudios de factibilidad de forestación y reforestación en las tierras puestas bajo su jurisdicción.

Artículo 24°.- Los trabajos de forestación y reforestación podrán realizarse con especies nativas o exóticas y deberán contar con la autorización de la Autoridad de Aplicación de la presente, que instrumentará las medidas necesarias para el fomento, asesoramiento y contralor de las superficies implantadas, teniendo en cuenta lo estipulado en la Constitución Provincial y en la Ley Provincial de Medio Ambiente.

Artículo 25°.- La Autoridad de Aplicación podrá declarar obligatoria la forestación o reforestación de aquellas áreas que, previos estudios técnicos, demuestren una variación negativa en la aptitud del suelo por mal manejo de éste. Si el propietario de la tierra no cumpliera con esta obligación dentro del término de emplazamiento, quedará sujeto a las penalidades establecidas reglamentariamente.

CAPITULO VII

DE LOS REGISTROS

Artículo 26°.- Toda persona física o jurídica que por cuenta propia o a nombre de terceros realice trabajos de elaboración, aprovechamiento e industrialización forestales, forestación, reforestación, asesoramiento técnico y los viveros y semilleras forestales, deberá inscribirse en los registros que llevará la Autoridad de Aplicación.

CAPITULO VIII

DE LA PROTECCION FORESTAL

Artículo 27°.- Queda prohibida la devastación de bosques y tierras forestales como así también el pastoreo en las áreas en regeneración y bosques degradados. La Autoridad de Aplicación establecerá las excepciones a la prohibición de pastoreo en función de lo dispuesto en el artículo 16 de la presente. (sustituido por el artículo 5° de la Ley N° 202)

Artículo 28°.- La Autoridad de Aplicación deberá implementar los mecanismos de lucha contra los factores biológicos que actúen negativamente sobre la riqueza forestal, como así también los tratamientos y prácticas silvícolas tendientes a un menor grado de incidencia de los mismos.

Artículo 29°.- La Autoridad de Aplicación será la responsable máxima de la coordinación en todo lo referente a incendios forestales y, en especial, en lo atinente a la prevención, presupresión, determinación de áreas críticas y combate. Establecerá una adecuada vinculación con organismos públicos o privados, municipales, provinciales, nacionales o extranjeros para la consecución de tales objetivos.

Artículo 30°.- En caso de declararse un incendio forestal en el territorio de la Provincia, todos los organismos e instituciones municipales, provinciales o nacionales y privados que tengan su

asiento en el ámbito provincial, subordinarán su accionar a la Autoridad de Aplicación, o a quien ésta designe.

Artículo 31°.- Toda persona física o jurídica que desarrolle algún tipo de actividad dentro de áreas boscosas o lindantes a ellas, deberá cumplir con las normas de seguridad y prevención de incendios que establezca la Autoridad de Aplicación.

Artículo 32°.- Queda prohibida en todo el territorio de la Provincia la quema de pastizales.

CAPITULO IX

FOMENTO FORESTAL

Artículo 33°.- La Autoridad de Aplicación podrá estimular la actividad forestal mediante la implementación de medidas de fomento dirigidas a:

- a) El manejo forestal de los bosques;
- b) el enriquecimiento de bosques;
- c) las forestaciones y reforestaciones;
- d) los sistemas agrosilvopastoriles;
- e) la industrialización integral de los productos forestales, priorizando los emprendimientos ya existentes;
- f) las industrias que incorporen en sus procesos productivos nuevas tecnologías que optimicen el aprovechamiento de los bosques;
- g) las industrias que obtengan como resultado de sus procesos productos finales no tradicionales;
- h) la investigación, enseñanza y extensión forestal;
- i) toda otra actividad del sector forestal que a criterio de la Autoridad de Aplicación deba ser fomentada.

Artículo 34°.- Para ejecutar las acciones citadas en el artículo precedente, el Poder Ejecutivo podrá recurrir a las siguientes medidas de carácter promocional:

- a) Subsidios, exenciones, reducciones y diferimientos de tributos provinciales, por períodos determinados;

- b) aplicación de precios de fomento para servicios esenciales provistos por el Estado Provincial directa o indirectamente;
- c) otorgamiento de garantías o avales para la adquisición de bienes de capital vinculados a la actividad que se promueve hasta montos determinados;
- d) trato preferencial en las compras del Estado Provincial, para productos forestales elaborados e industrializados en el ámbito de la Provincia;
- e) adquisición de bienes deducibles del pago del aforo;
- f) premios a aquellas empresas forestales que colaboren con la enseñanza, investigación y extensión forestal;
- g) asesoramiento y dirección técnica por parte de los organismos competentes del Estado;
- h) facilidades para la compra, locación o comodato de bienes del Estado Provincial;
- i) la reglamentación podrá establecer otros estímulos alternativos o complementarios de los enumerados precedentemente.

CAPITULO X

FONDO FORESTAL

Artículo 35°.- Créase el Fondo Forestal Provincial, de carácter acumulativo, que se constituirá a partir de la promulgación de la presente Ley, afectado exclusivamente a costear gastos e inversiones que demande el cumplimiento de ésta y estará integrado con los siguientes recursos:

- a) Las partidas asignadas en el Presupuesto General de la Provincia o en leyes especiales destinadas a este Fondo, y los saldos de las cuentas afectadas al mismo;
- b) el producido de los derechos, adicionales, tasas, aforos, multas, comisos, indemnizaciones, derechos de inspección y fiscalización, permisos, peritajes y servicios técnicos en los bosques y tierras forestales, cuyos valores determinará la Autoridad de Aplicación;
- c) el producido de los derechos de inspección y fiscalización de productos forestales de importación y la extensión de guías para su transporte;
- d) las rentas o intereses que devenguen los capitales del Fondo Forestal;

- e) el monto de la ayuda federal determinada en la normativa nacional, y todo otro derecho adicional o tasa, relacionados con la actividad forestal, cuya percepción corresponda a la Provincia;
- f) los derechos de inspección y fiscalización a viveros y semilleras forestales;
- g) lo recaudado por el establecimiento de una tasa de expedición de guía interna para los productos forestales que ingresen a la Provincia;
- h) los aportes que provengan de convenios específicos suscriptos entre la Provincia y entidades públicas o privadas, provinciales, nacionales o internacionales;
- i) toda otra asignación que se determine para integrar este Fondo.

Artículo 36°.- El manejo y administración del Fondo Forestal estará a cargo del Ministerio de Economía con afectación específica a los fines de esta Ley. Los montos recaudados serán depositados en una cuenta especial en el Banco de la Provincia de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur. Los saldos remanentes al final de un ejercicio, integrarán el Fondo del ejercicio siguiente.

CAPITULO XI

AUTORIDAD DE APLICACION

Artículo 37°.- Créase la Dirección de Bosques, que será la autoridad de aplicación de la presente Ley en todo el ámbito de la Provincia y actuará en la esfera del Ministerio de Economía.

Artículo 38°.- Será misión de la Dirección de Bosques coordinar y ejecutar la política forestal que determine el Poder Ejecutivo Provincial.

Artículo 39°.- El aprovechamiento de los bosques ubicados dentro del territorio provincial y toda actividad en los mismos, cualquiera sea su estado legal, se efectuará con necesaria intervención de la autoridad forestal y quedará sujeto al régimen que establece la presente Ley.

Artículo 40°.- Cualquier tipo de estudio en los bosques y tierras forestales, deberá contar con la aprobación de la Autoridad de Aplicación.

Artículo 41°.- El personal técnico de la Dirección de Bosques no podrá realizar trabajos de asesoramiento y dirección técnica forestal en forma privada, en el ámbito provincial.

Artículo 42°.- Serán atribuciones y funciones de la Dirección de Bosques las siguientes:

- a) Cumplir y hacer cumplir la presente Ley y sus reglamentos;
- b) ejercer la administración de los bosques y tierras forestales fiscales;
- c) asesorar al Poder Ejecutivo en el establecimiento de las bases económicas para el desarrollo de la actividad forestal;
- d) administrar los bienes muebles e inmuebles que se le asignen;
- e) capacitar y actualizar al personal de su dependencia;
- f) entender en todo lo referente a medidas de fomento de la actividad forestal;
- g) coordinar la realización de estudios técnicos y de economía forestal con la finalidad de transformar silviculturalmente los bosques de la Provincia, como así también su mejoramiento, ampliación y aprovechamiento racional;
- h) coordinar la realización de estudios de índole tecnológicos y económicos con la finalidad de optimizar la industrialización y comercialización de los productos y subproductos forestales;
- i) propiciar estudios relativos a la capacitación del trabajador forestal;
- j) difundir la educación forestal;
- k) promover la extensión forestal;
- l) intervenir en la fiscalización de las importaciones de orden forestal;
- ll) ejercer el poder de policía forestal en todo el ámbito provincial;
- m) implementar los programas:
 - 1) inventario de bosques y tierras forestales;
 - 2) transformación silvícola;
 - 3) manejo y control del fuego;
 - 4) tipificación de productos forestales;
- n) implementar toda otra medida conducente a lograr los objetivos de la presente Ley;
- ñ) autorizar usos no forestales considerados de interés público en bosques fiscales, previo estudio de factibilidad técnica e impacto ambiental.

Artículo 43°.- El Director de Bosques deberá ser ingeniero forestal con título nacional, ingeniero agrónomo u otro título universitario en cuyas incumbencias se contemple la especialidad

forestal, y será designado previo concurso público de oposición y antecedentes, según lo determine la reglamentación de la presente.

CAPITULO XII

DE LA COMISION PROVINCIAL DE BOSQUES

Artículo 44°.- Créase la Comisión Provincial de Bosques que tendrá por objeto:

- a) Conciliar los intereses del sector productor con el proyecto de desarrollo forestal de la Provincia;
- b) participar en la discusión y análisis de los proyectos mencionados en el inciso anterior;
- c) proponer a la Dirección de Bosques las medidas necesarias para superar los problemas del sector forestal, en función de un crecimiento ordenado.

CAPITULO XIII

DE LAS CONTRAVENCIONES Y SANCIONES

Artículo 45°.- La Autoridad de Aplicación deberá exigir garantías para afrontar eventuales daños que el incumplimiento de los planes de manejo o de las normas de prevención de incendios forestales acarree. La reglamentación establecerá las modalidades de otorgamiento de garantías las que deben guardar en todos los casos relación con el bien a tutelar.

Artículo 46°.- Constituirán contravenciones forestales todas las infracciones a la presente Ley y a toda normativa legal forestal que se dicte en su consecuencia, sin perjuicio de lo que disponen los códigos de fondo.

Artículo 47°.- Constituyen infracciones a la presente Ley:

- a) Arrancar, abatir o dañar seriamente árboles, en contravención a las normas legales vigentes;
- b) cualquier adulteración, falsa declaración, acto u omisión violatorios del Capítulo IV de la presente y relativos al contenido de la documentación forestal, pago de aforos, tasas y planes de actividades técnicas;
- c) no exhibir los libros y la documentación forestal que establezcan los reglamentos, ante un requerimiento de la Autoridad de Aplicación;

- d) realizar cualquier actividad dentro de los bosques y tierras forestales sin la autorización de la Autoridad de Aplicación;
- e) el aprovechamiento forestal sin el plan de manejo aprobado por la Autoridad de Aplicación, y el no cumplimiento total o parcial de lo dispuesto en él;
- f) impedir en cualquiera de sus aspectos la fiscalización de los planes de actividades y manejo;
- g) el incumplimiento de las normas reglamentarias que sobre el transporte forestal dicte la Autoridad de Aplicación;
- h) no permitir a la Autoridad de Aplicación el libre acceso a los lugares de trabajo, o no prestar colaboración a ésta para la realización de inspecciones;
- i) no permitir a la Autoridad de Aplicación realizar los trabajos que considere necesarios en los bosques protectores, permanentes, experimentales y degradados de propiedad privada;
- j) encender fuego en el interior de los bosques y zonas adyacentes en infracción a los reglamentos respectivos;
- k) no efectuar la correspondiente denuncia ante la Autoridad de Aplicación de la ocurrencia de un incendio forestal u otras acciones sobre el bosque que se sospechen dañinas o ilegales;
- l) la omisión de cualquier obligación o la comisión de cualquier acto que esta Ley, su reglamentación y toda otra norma legal que se dicte sobre la materia, impongan o prohíban respectivamente.

Artículo 48°.- Las contravenciones forestales serán pasibles de las siguientes sanciones conforme a los procedimientos que establezca la reglamentación:

- a) Caducidad de la concesión;
- b) retención de los equipos utilizados para cometer la contravención y de los productos obtenidos;
- c) suspensión o eliminación de los registros;
- d) multas;
- e) recuperación de las superficies afectadas a cargo del infractor.

Artículo 49°.- Ante el conocimiento de hechos que pudieran constituir delitos, la Autoridad de Aplicación deberá formular la denuncia penal correspondiente ante el tribunal competente.

Asimismo, deberá solicitar las medidas cautelares que estime imprescindibles a fin de resguardar los medios de prueba y el interés de la Provincia.

CAPITULO XIV

DISPOSICIONES TRANSITORIAS

Artículo 50°.- Debe ser prioridad de la Autoridad de Aplicación la elaboración del inventario forestal que permita, junto a estudios técnicos la clasificación de los bosques de la Provincia y el ordenamiento forestal regional de la misma.

Artículo 51°.- La Autoridad de Aplicación realizará el inventario forestal de la Provincia dentro de los tres (3) años de promulgada la presente Ley.

Artículo 52°.- No será necesaria la licitación pública a que se refiere el inciso c) del artículo 9° de la presente para la adjudicación de la concesión a quienes, a la fecha de promulgación de la presente, acrediten una ocupación ininterrumpida mínima de quince (15) años del predio a conceder, hayan efectuado mejoras y demuestren capacidad técnica, operativa y económica necesarias para afrontar el aprovechamiento forestal.

Artículo 53°.- La Autoridad de Aplicación resolverá sobre las concesiones y permisos en trámite al momento de la promulgación de la presente Ley.

Artículo 54°.- Los permisos y concesiones forestales en vigencia a la fecha de promulgación de la presente Ley, mantendrán su vigencia hasta su adaptación a las nuevas reglamentaciones.

Artículo 55°.- A los efectos de iniciar el inmediato cumplimiento de lo dispuesto en esta Ley, autorízase al Poder Ejecutivo a transferir al Fondo Forestal las sumas necesarias que tomará de Rentas Generales.

Artículo 56°.- El Anexo I forma parte integrante de la presente Ley.

Artículo 57°.- La presente Ley será reglamentada dentro de los ciento ochenta (180) días desde su promulgación.

Artículo 58°.- Derógase toda otra norma que se oponga a la presente Ley.

Artículo 59°.- Comuníquese al Poder Ejecutivo Provincial.

«« «»»

DECRETO REGLAMENTARIO DE LA LEY FORESTAL DE LA PROVINCIA DE TIERRA DEL FUEGO N° 852/95

Artículo 1º: Limítanse las intervenciones sobre los bosques de Tierra del Fuego a una superficie anual tal, que teniendo en cuenta el turno de corta de la especie, su crecimiento y la superficie total, permita el aprovechamiento del recurso en forma permanente y uniforme.

Artículo 2º: Prohíbese todo tipo de aprovechamiento en masas forestales ubicadas a una distancia menor a: 100 metros de las orillas de lagos, lagunas, costa marítima y rutas nacionales; 50 metros de rutas provinciales, ríos, arroyos, vegas y turbales; y en bosques localizados en terrenos con pendientes superiores a 25 (veinticinco) grados.

Artículo 3º: Los aprovechamientos o mejoras en los bosques permanentes deberán ser coherentes con los objetivos establecidos en los argumentos que justificaron su clasificación.

Artículo 4º: Prohíbese toda intervención, sin previa autorización de la Autoridad de Aplicación, de los bosques clasificados como experimentales, sea este fiscal o privado. Ello tiene como finalidad garantizar la continuidad de los estudios emprendidos.

Forestaciones y/o reforestaciones de hasta veinticinco (25) hectáreas de superficie serán considerados Bosques Experimentales.

Para calificar a un bosque como Experimental, el responsable del estudio deberá presentar el proyecto y su duración estimada. Si la Provincia tiene interés en el estudio, declarará al bosque como experimental por el período indicado.

Artículo 5º: En los bosques declarados degradados se deberán planificar las tareas técnicas y necesidades económicas en procura de revertir esta situación y tomar las medidas posibles para recuperarlos.

Artículo 6º: Los bosques especiales serán declarados solo a petición del sector privado, y cualquier acción o emprendimiento sobre ellos deberán ser comunicados a la Autoridad de Aplicación para relevar toda información conveniente para el conocimiento del desarrollo de las masas implantadas.

Artículo 7º: Los bosques ya calificados deberán quedar debidamente identificados en una mapa forestal de escala no menor a 1 : 100.000, donde figurarán sus límites, extensión, clase y año de calificación.

Artículo 8º: Las personas físicas o jurídicas beneficiarias de autorizaciones para el aprovechamiento de bosques fiscales deberán tener domicilio legal en la Provincia, y estar inscriptos en los registros que a tal efecto llevará la Autoridad de Aplicación.

Artículo 9º: Los permisos o concesiones otorgadas lo serán en relación a la capacidad instalada de la empresa, cuando se trate de procesos integrados verticalmente; y con prueba fehaciente de compromiso de compra cuando el beneficiario solo sea obrajero.

También se tendrán en cuenta los recursos humanos y maquinarias disponibles para las tareas de aprovechamiento forestal.

Artículo 10º. Los permisos anuales serán otorgados por la Autoridad de Aplicación.

Artículo 11º: Las concesiones por adjudicación directa serán otorgadas mediante Resolución de Ministerio de Economía.

Artículo 12º: Las concesiones por adjudicación mediante licitación pública serán acordadas mediante Decreto del Poder Ejecutivo Provincial.

Artículo 13º: En base al ordenamiento forestal regional, producto del relevamiento forestal de la Provincia, la Autoridad de Aplicación podrá reservar superficies complementarias a las ya otorgadas. Para la adjudicación de dichas superficies se tendrá en cuenta la marcha del plan de manejo original, el plan de manejo de la nueva superficie y la disponibilidad de bosques en general.

Artículo 14º: Las reservas de superficies complementarias a las solicitudes de permisos anuales acordadas no podrán superar el equivalente a cinco (5) veces el volumen acordado.

Artículo 15º: Las reservas de superficies complementarias a las concesiones por adjudicación directa no podrán exceder el equivalente a cinco (5) años del volumen a extraer, según plan de manejo aprobado.

Artículo 16º: Las reservas de superficies complementarias previstas en los artículos 14º y 15º de la presente, serán otorgadas mediante Resolución del Ministerio de Economía.

Artículo 17º: Las concesiones otorgadas mediante licitación pública no serán beneficiarias de reservas de superficies complementarias.

Artículo 18º: El Plan de Manejo Forestal a presentar ante la Autoridad de Aplicación para su aceptación, deberá contemplar las normas que la misma elaborará a tal efecto con intervención

de la Autoridad de Aplicación de la Ley Provincial de Medio Ambiente. Su aceptación o rechazo será mediante un acto administrativo expreso.

Artículo 19º: La aceptación implica la autorización para dar inicio a las tareas según el Plan propuesto, no la convalidación de la información técnica que el mismo contiene.

Artículo 20º: El Plan de Manejo Forestal , así como sus revisiones, deberán ser realizadas por un Ingeniero Forestal, o Ingeniero Agrónomo con probada experiencia en manejo de bosques.

Artículo 21º: Los Planes de Manejo deberán contemplar su Revisión luego de cumplido el 50% del plazo previsto para su ejecución, no excediendo en ningún caso, el tiempo de cinco (5) años. Se presentará con por lo menos sesenta (60) días de anticipación a la fecha prevista para la continuación de los trabajos.

A partir de estos datos se podrá ajustar el Plan con el objeto de lograr los objetivos previstos.

Artículo 22º: Para el caso de Planes que prevean cortas periódicas, la Autoridad de Aplicación establecerá el plazo de presentación de las revisiones.

Artículo 23º: La Autoridad de Aplicación podrá exigir la revisión extraordinaria de los Planes de Manejo, cuando razones debidamente justificadas así lo requieran.

Artículo 24º: Monitoreo de los Planes: los permisionarios o concesionarios forestales deberán presentar ante la Autoridad de Aplicación y al concluir cada año forestal, un informe que contenga las actividades desarrolladas y una descripción del estado de la masa remanente, regeneración, suelo, planos con las vías de saca construidas y movimiento de productos forestales (volumen extraído y que resta extraer).

Artículo 25º: Será obligatoria la instalación de al menos una parcela de muestreo permanente en cada rodal del trazón (superficie de afectación anual). Las características de la parcela y la información a levantar se coordinarán con la Autoridad de Aplicación.

Artículo 26º: Para la construcción de caminos, canteras, y canchones de acopio y campamentos no se podrá afectar más del cinco (5) por ciento de la superficie boscosa a intervenir.

Artículo 27º: Se considerará pequeño productor forestal, a los efectos de la Ley N° 145, a los obrajeros que realicen aprovechamientos forestales de no mas de un mil (1.000) metros cúbicos anuales. Estos podrán solicitar la elaboración de los Planes de Manejo a la Autoridad de Aplicación, la que los elaborará sin costo alguno en lo referente a asistencia profesional, siempre que cuente con los recursos necesarios para ello.

Artículo 28º: Representante técnico: deberán contar con un representante técnico:

- a) los concesionarios de aprovechamientos forestales.
- b) los permisionarios que aprovechen más de 1.000 metros cúbicos por año.
- c) los propietarios de bosques que realicen aprovechamientos forestales
- d) otros casos que la Autoridad de Aplicación considere necesario.

Artículo 29º: El representante técnico será un Ingeniero o Técnico Forestal universitario, o Ingenieros Agrónomos con probada experiencia en manejo de bosques, y ejercerá sus funciones durante el lapso que dure el Plan de Manejo, siendo responsable solidario de eventuales incumplimientos del mismo.

Artículo 30º: El Representante Técnico deberá estar inscripto en el Registro habilitado a tal fin por la Autoridad de Aplicación.

Artículo 31º: Los adjudicatarios de concesiones y permisos están obligados a realizar los aprovechamientos bajo su directa dependencia y responsabilidad, las que no podrán transferirse.

Artículo 32º: Entiéndase por aforo al canon a abonar a la Administración Provincial en concepto de precio asignado a la unidad de madera rolliza, leña, postes, varas, semillas y plantas, cuando estos son extraídos de bosques fiscales o de aquellos que aún estando en tierras privadas, el precio del bosque no haya sido cancelado al Estado Provincial.

Artículo 33º: El valor del aforo será fijado por el Ministerio de Economía, para lo que tendrá en cuenta:

- a) la calidad y aplicación final de los productos,
- b) los factores determinantes del costo de producción,
- c) los precios de venta del producto final;
- d) los beneficios adicionales por un adecuado e integral uso del bosque.

Artículo 34º: Entiéndase por derecho de inspección y fiscalización a la tasa a abonar en concepto de servicio de fiscalización e inspección de actividades forestales en todo el ámbito de la provincia.

El derecho de inspección y fiscalización deberá ser abonado tanto por los productores forestales provenientes de bosques fiscales como privados.

Artículo 35º: Entiéndase por Guía Forestal Básica, al documento extendido por la Autoridad de Aplicación, que acredita disponer de la debida autorización para poder proceder a la remoción de los productos forestales.

Artículo 36º: Para la extensión de la Guía Básica Forestal se deberá verificar previamente el pago o compromiso de pago por parte del interesado, del aforo y/o derechos de inspección y fiscalización que rija a la fecha de su otorgamiento.

Artículo 37º: La Guía Forestal Básica poseerá numeración correlativa y se confeccionará por triplicado. El original se entregará al interesado, una copia al expediente y otra para el archivo Autoridad de Aplicación.

Artículo 38º: Entiéndase por Vale de Transporte, al documento extendido por la Autoridad de Aplicación, que ampara el transporte de los productos forestales dentro de la Provincia.

Artículo 39º: Entiéndase por Guía de Tránsito de Productos Forestales, al documento extendido por la Autoridad de Aplicación que ampara el transporte de madera aserrada y otros productos forestales, fuera de la Provincia. La validez del mismo es de treinta días.

Artículo 40º: Una vez finalizado el transporte de los productos forestales acordados se colocará en la Guía Forestal Básica la expresión “cancelada”.

Artículo 41º: Facúltase al Ministerio de Economía para que apruebe el diseño de los documentos definidos en los artículos 35º, 38º y 39º.

Artículo 42º: La Autoridad de Aplicación podrá otorgar permisos libre del pago de aforos a entidades públicas o de beneficencia, con la prohibición de comercializar los productos obtenidos. En todos los casos las solicitudes deberán ser avaladas por el máximo responsable del área del cual dependa la institución solicitante.

Artículo 43º: Los árboles a abatir para su aprovechamiento deberán ser previamente habilitados mediante la tarea denominada “marcación silvícola”, por los técnicos responsables de los respectivos planes de manejo o personal de la Autoridad de Aplicación.

Una vez efectuada la marcación por personal técnico, y previa autorización expresa mediante acto administrativo, el permisionario o concesionario podrá iniciar el volteo, trozado y arrastre de los productos forestales hasta los sitios acordados para su acanchonamiento, y cumpliendo las normas establecidas para cada etapa.

Artículo 44°: La cubicación de los productos, como su marcación con martillo oficial se realizará en los cargaderos. Con esta información el obrajero podrá requerir la extensión de la Guía correspondiente. Todo esto es condición previa para su carga y transporte.

Artículo 45°: En áreas donde se ha definido un uso mixto ganadero forestal del suelo, la propuesta a considerar por parte de la Autoridad de Aplicación para un aprovechamiento silvo-pastoril, deberá contemplar los requisitos que la misma establecerá para cada caso.

Artículo 46°: El pastoreo en zonas con bosques se realizará en forma compatible con la conservación del recurso forestal, procurando el ordenamiento de las explotaciones ganadera actuales sin el menoscabo de las masas forestales. Por ello se podrá limitar e incluso prohibir el pastoreo si resultase incompatible con la conservación.

Artículo 47°: Para el aprovechamiento de bosques declarados Permanentes o Protectores es necesario la prestación de un Plan de Manejo, cuyas exigencias derivarán del caso específico que se trate.

Artículo 48°: A los fines del control y fiscalización de la actividad forestal se llevarán los siguientes requisitos:

- a) Obrajeros Forestales
- b) Industrias Forestales
- c) Profesionales y Técnicos
- d) Viveros Forestales
- e) Catastro Forestal

La Autoridad de Aplicación reglamentará las exigencias a reunir para la inscripción, siendo la responsable de su resguardo y actualización.

Artículo 49°: Los registros existentes a la fecha continúan vigentes.

Artículo 50°: Toda persona física o jurídica que desarrolle algún tipo de actividad dentro de áreas boscosas o lindantes a ellas deberá poseer, obligatoriamente, equipamiento e instalaciones en condiciones operativas para prevenir y combatir inicialmente incendios forestales, hasta tanto reciba la colaboración de los equipos específicos.

La Autoridad de Aplicación reglamentará el equipo e instalaciones mínimas a disponer según localización y actividades de los afectados.

Artículo 51º: Créase el Comité de Incendios Forestales, que será precedido por la Autoridad de Aplicación y estará integrado por la Dirección de Defensa Civil Provincial y Policía Provincial, invitándose a integrarlo a las Municipalidades de Río Grande y Ushuaia, al Consejo Comunal de Tolhuin y Bomberos Voluntarios de las localidades citadas, facultando a la Autoridad de Aplicación a convocar a otros organismos, cuya presencia sea considerada conveniente.

Artículo 52º: Créase la Comisión Provincial de Bosques integrada por:

- a) un representante del Ministerio de Economía
- b) un representante de la Autoridad de Aplicación
- c) un representante de las Asociaciones de Tierra del Fuego que nuclea a los Obrajeros e Industriales Forestales con personería jurídica.
- d) un representante por el gremio de trabajadores de la madera, debidamente reconocido por el Ministerio de Trabajo.
- e) un representante de los propietarios de bosques

Esta comisión se deberá reunir al menos una vez cada seis meses.

Artículo 53º: Se establece como garantía, un seguro de caución por un monto equivalente al valor resultante en concepto de aforos y derechos a abonar por el volumen anual previsto a elaborar en el Plan de Manejo aceptado.

Artículo 54º: Son consideradas infracciones a la Ley 145 y decreto Reglamentario, además de las que se enuncian en su artículo 47, las siguientes:

- a) El aprovechamiento sin autorización de ejemplares arbóreos en áreas calificadas como bosques de protección o permanentes
- b) No inscribirse en los registros que establecen las normas en vigencia.
- c) Cuando se afectara o apeara mas del 5% de la superficie boscosa a intervenir, para la construcción de caminos, canchones y canteras.
- d) La transferencia de concesiones o permisos de aprovechamientos, sin la autorización expresa de la Autoridad de Aplicación.
- e) La extracción o transporte de productos forestales sin el amparo de Guía Forestal Básica o autorización expresa para ello por parte de la Autoridad de Aplicación.

f) Guías Forestal Básica ya vencidas, exceso no amparado, cambiar de destino o consignación.

g) La adulteración de Guías.

h) El transporte de productos forestales no amparado por el Vale de Transporte correspondiente.

y) La adulteración de Vales de Transporte.

j) La comercialización de productos forestales no autorizados a tal fin.

k) El apeo de ejemplares arbóreos sin la habilitación correspondiente.

l) El traslado a playa de aserradero o transporte de productos forestales sin estar habilitados.

m) La quema de pastizales en contravención a las normas dispuestas.

n) La iniciación de los trabajos de aprovechamiento forestal, sin la previa aceptación del plan de manejo correspondiente.

ñ) La no presentación del plan de manejo silvo-pastoril.

o) El no cumplimiento del plan de manejo silvo-pastoril

p) La devastación de bosques.

q) Pastoreo en áreas degradadas o en regeneración.

Artículo 55°: Las multas y sanciones a aplicar en las contravenciones enunciadas en el Art. 54°, son las siguientes:

a) 15 veces en valor del aforo aplicable a los productos resultantes por m³ o unidad.

b) \$ 500

c) \$ 2000 por ha. afectada

d) Caducidad de la concesión o permiso de aprovechamiento y eliminación de los registros de obrajeros.

e) 5 veces el valor del aforo correspondiente a los productos resultantes por m³ o unidad.

f) 3 veces el valor del aforo aplicable a los productos resultantes por m³ o unidad.

g) 10 veces el valor del aforo de los productos involucrados.

h) 5 veces el valor del aforo aplicable a los productos transportados por m³ o unidad.

- i) 10 veces el valor del aforo aplicable a los productos transportados por m3 o unidad.
- j) Caducidad del permiso otorgado y 5 veces el valor del aforo aplicable a los productos involucrados por m3 o unidad.
- k) 5 veces el valor del aforo por m3 o unidad cuando el infractor tuviese permiso.
10 veces el valor del aforo por m3 o unidad, cuando el infractor no tuviera permiso.
- l) 10 veces el valor del aforo aplicable a los productos resultantes por m3 o unidad.
- m) \$ 1000 por ha. afectada
- n) 20 veces el valor del aforo por m3 o unidad de los productos involucrados, y suspensión inmediata de toda actividad hasta tanto se cancele el monto establecido como multa y se acepte el Plan de Manejo correspondiente.
- ñ) \$ 500.-
- o) \$ 50.- por hectárea involucrada
- p) 3 veces el aforo de las existencias en bosques semejantes más \$ 2000 por ha. como costo de recuperación del sector devastado.
- q) \$ 1000.- por hectárea, e inmediato retiro de los animales.

Artículo 56°: En casos de reincidencia y de acuerdo a la gravedad del hecho y los antecedentes de los infractores, las multas se graduarán entre el mínimo definido en el Art. 55° y un máximo equivalente a tres veces dicho monto, como así también la aplicación de las sanciones enunciadas en el Art. 48° de la Ley 145.

Artículo 57°: Todo daño que se produzca con motivo de un manejo forestal no autorizado por la Autoridad de Aplicación deberá ser denunciado penalmente por éste ante Tribunal competente.

Artículo 58°: Las infracciones a la presente Ley, que no configuren delito, serán consideradas contravenciones administrativas y se procederá conforme a lo establecido en la Ley Provincial 141 de Procedimiento Administrativo.

Artículo 59°: La Autoridad de Aplicación sólo podrá aceptar Planes de Manejo que den cumplimiento a lo dispuesto en el Artículo 1° de la Ley 202, en lo referente al porcentaje de valor agregado local, estando para ello facultada a requerir la información necesaria.

«« »»

RESOLUCION S. D. y P. N° 019/96 (ANEXO 1)

NORMAS PARA LA ELABORACION DE PLANES DE MANEJO Y ORDENACION DE LA PROVINCIA DE TIERRA DEL FUEGO

1. ESTADO LEGAL

Identifica al bosque en los aspectos jurídicos y administrativos, analizando la naturaleza y extensión de los derechos del propietario, ocupante o concesionario. Se expone antes que los Estados Natural, Forestal y Económico por que los problemas que se presentan son los más trascendentales para el éxito de una Ordenación y los más difíciles de solucionar cuando existe oposición de derecho e intereses.

1.1 Posición Administrativa

Reseña la posición jurisdiccional del bosque con respecto a la Provincia, Departamento, Sección, Fracción y Lote.

Debe constar la ubicación del bosque con respecto a las principales poblaciones, como así también datos de interés para la ordenación, como distancias a rutas principales.

1.2 Pertenencia. Superficie

La pertenencia corresponde a la persona jurídica que sea reconocida publicamente como propietario, ocupante a cualquier título, o con derechos otorgados por la Autoridad de Aplicación.

Se debe indicar claramente la pertenencia o tipo de tenencia, si es propiedad, ocupación, reserva o concesión. En todos los casos se adjuntará la documentación respectiva que acredite la pertenencia.

En casos de Ocupación a cualquier título se deberá adjuntar Certificado de Ocupación actualizado extendido por el Organismo de aplicación respectivo, donde deberá indicarse tipo de Ocupación, superficie y ubicación Catastral.

En casos de Propiedad, se deberá adjuntar copia autenticada del Título de propiedad.

Cuando existan Sucesiones, se deberá nombrar Administrador Judicial y adjuntar la documentación correspondiente.

Si hubiera derechos otorgados por la Provincia a través de actos administrativos expresos, se deberá presentar la documentación correspondiente.

En todos los casos, se suministrará la superficie total discriminada en zonas de producción, de protección y de otros usos o fines.

1.3 **Condiciones de Dominio**

1.3.1 Derechos a favor de Terceros: se citará cualquier derecho sobre la superficie como ser, condominio, usufructo, servidumbres, etc.

1.3.2 Otros Gravámenes: se explicará el origen y carácter de pleitos, embargos, etc.

1.3.3 Arrendatarios: la propiedad puede incluir arrendatarios parciales o totales. En todos los casos se anexará copia del contrato de arrendamiento.

1.3.4 Ocupantes: en caso de existir, debe figurar nómina, carácter, plazo y localización del permiso de ocupación. Se analizará la conveniencia y probables problemas derivados de su permanencia.

1.4. **Límites**

Se consignarán con toda claridad, haciendo referencia a los accidentes geográficos que intervengan. Se detallarán los linderos.

Cuando existan límites dudosos o un litigio en parte de la superficie, se adoptará provisionalmente y a solo efecto de no suspender el estudio, la línea más desfavorable para el dueño ó concesionario del monte, y se aplazará hasta resolución firme el estudio de las zonas en duda o litigio.

1.5. **Historia de la Propiedad**

Interesa saber ya sea por documentos o informes verbales:

- Los cambios de propietarios en relación a las actividades productivas de cada uno de ellos.
- Los planes de aprovechamientos anteriores en cuanto época y duración de los mismos, tipo de adjudicación (adjudicación directa, licitación, propiedad privada, etc.), así también una descripción respecto al método de regulación y manejo bajo los que se realizaban, extracciones de los diferentes productos, áreas de corta y todo lo que pudiera ser de interés para comprender el estado actual de organización.

2. **ESTADO NATURAL**

Se reseñan los factores permanentes o variables que contribuyen a definir los sitios, y tienen incidencia directa en la naturaleza y cuantía de la producción. También se analizan los factores físicos que inciden en la extracción de tal producción y los efectos negativos importantes que se prevean puedan ocurrir como consecuencia del manejo forestal.

2.1 **Situación Geográfica**

Se definirá por sus coordenadas geográficas, indicando además los números de hojas del Instituto Geográfico Militar que abarca el bosque estudiado y cualquier otro tipo de plano, mapa, etc. que incluya a éste. Se acompañará un croquis de ubicación del bosque en la región o Provincia.

2.2 **Situación Fisiográfica**

Mencionar los sistemas montañosos donde se encuentra el área, describiendo los principales accidentes naturales del terreno, elevaciones principales, alturas sobre el nivel del mar, pendientes y exposiciones más frecuentes.

Esta información será complementada eventualmente con un plano topográfico o de pendientes. Se detallará con más profundidad la toponimia y accidentes correspondientes a la zona afectada al Plan Especial.

2.3 **Situación Hidrológica**

Mencionar las cuencas hidrográficas donde se ubica el área de estudio, señalando el carácter de los cursos de aguas en permanentes y temporarios; las corrientes importantes de las cuales son tributarios los escurrimientos, y las medidas que se tomarán al realizar el aprovechamiento para minimizar el efecto negativo que éste pudiera ocasionar.

Es importante señalar si la red hidrográfica puede utilizarse para riego, energía o transporte.

2.4 **Clima**

Se consignarán, si existieran, los datos u observaciones meteorológicas (precipitación, temperatura, vientos, heladas, etc.), y los índices o diagramas climáticos de la/s estación/es meteorológica/s localizadas, dentro de los límites del ambiente del bosque en estudio. Es importante no omitir aquellos datos u observaciones meteorológicas que tienen una directa incidencia en el sitio donde desarrolla el bosque y que puedan limitar las operaciones forestales.

2.5 Suelo

Se dará una breve reseña de los suelos a nivel general (de Cuartel o Comarca). Desde el punto de vista de la potencialidad del sitio se informará sobre las características edáficas que influyan sobre esta. La descripción del suelo cobra importancia cuando por sus características puede limitar las operaciones de aprovechamiento o se ha detectado un efecto negativo sobre el mismo al realizar dichas operaciones.

La exigencia mínima es a nivel de recopilación de antecedentes, no descartándose la descripción de perfiles y horizontes o capas, como tampoco apreciaciones personales.

2.6 Vegetación

En este apartado se describirá la vegetación tanto arbórea como no arbórea, con el objeto que se deduzcan consecuencias prácticas sobre la calidad de sitio, dificultades de regeneración, elección de la especie y tratamiento a aplicar.

Evitando la reseña exhaustiva, se describirá cuali y cuantitativamente a las asociaciones o especies más características a los fines de la ordenación. Se presentará un plano de la distribución en superficie y dominancia o cobertura con un cuadro complementario de las superficies de las asociaciones definidas (Plano de Tipos Forestales).

Cuando existan fines silvopastoriles o se superpongan fines pastoriles con fines madereros (previamente autorizados), se deberá citar las especies palatables presentes.

2.7 Fauna

Se citarán las especies autóctonas y exóticas del lugar y se presentarán los daños reales o probables que producirá el aprovechamiento forestal sobre dichas poblaciones y a su vez, aquel que provocan dichas especies sobre la renovación del vuelo.

2.7.1 Ganadería

Se establecerá el régimen de pastoreo existente o previsto, las áreas destinadas a tal fin y el número de cabezas por especie y su influencia sobre el bosque. Si existiera incompatibilidad de intereses y actividades se debe reseñar el problema en lo referente a reglamentaciones, años de superposición de actividades, magnitud de la actividad ganadera y del daño producido, como cualquier otro tipo de información que aclare la importancia del problema. Las decisiones de ordenación y manejo del bosque deben tener particularmente en cuenta este problema.

2.8 **Enfermedades y Plagas**

Se deben registrar solo aquellas enfermedades y plagas que afectan la productividad del bosque y/o que constituyen un peligro para la estabilidad del mismo.

2.9 **Historia del Bosque**

Es de interés saber, a través de informes o comunicaciones orales, los antecedentes referentes a la ocurrencia de perturbaciones naturales o antrópicas (incendios, plagas, etc.) indicando época e importancia. Si todo el bosque o parte de él fue intervenido, citar los tipos de tratamientos y referenciarlos a los rodales y época de realización. (Cuando se traten de Estudios de Revisión, esta información debe ser el resultado del monitoreo y seguimiento del Plan original).

También es relevante citar el uso actual o futuro del bosque como recurso recreacional o turístico; en ello se considera cualquier atractivo natural relacionado con la zona del Cuartel o lindero a este.

3. **ESTADO FORESTAL**

En este capítulo se describe la situación actual del bosque, a partir de los resultados del inventario, como también, en forma sucinta, la metodología empleada para tal fin.

3.1. **Método de Muestreo, Volumetría y Epidometría**

El objetivo principal del Inventario Forestal consiste en determinar a un costo accesible la estructura del bosque, con su volumen y crecimiento en las diversas unidades superficiales en que se ha dividido el Cuartel. Se deben detallar claramente todos los objetivos del inventario, como así también los diferentes volúmenes que se estimaron (totales, brutos, útiles, etc.).

Deberá resumirse el diseño de muestreo empleado, fases y etapas. En el mismo se incluirá la forma y tamaño de las unidades de muestreo, el tamaño de la muestra y la intensidad de muestreo para el error pretendido.

Es recomendable utilizar al Cantón o Grupo de Rodales como unidad de inventariación, para la determinación del tamaño de la muestra, sobre todo para aquellas superficies que se pretendan intervenir en el Plan Especial de Cortas.

3.1.1. **División Administrativa y Silvícola del Bosque**

La organización productiva de las tierras boscosas presenta dificultades debido a su propia amplitud. Dichas extensiones necesitan subdividirse con el fin de poder atender las siguientes exigencias:

- a) Descripción localizada del Estado Natural, Forestal y Económico.
- b) Organización en tiempo y espacio de los planes de aprovechamiento.
- c) Facilitar la ejecución de los trabajos.
- d) Facilitar el registro, control y comparación de resultados pormenorizados por superficie.

A tal fin, se distingue una división de carácter administrativo y territorial, una silvícola y una dasocrática. La primera facilita el conocimiento de la situación actual del bosque y el seguimiento periódico; la segunda, la prescripción de los tratamientos y cálculos de producción; mientras que la última se relaciona directamente con el método de Ordenación.

En la división administrativa podemos distinguir las siguientes categorías:

UNIDADES ADMINISTRATIVAS: Comarca, Cuartel, Compartimiento y Cantón.

Gran parte del territorio boscoso provincial ya está subdividido en Comarcas y Cuarteles. Estos se deben mantener o rectificar, y terminar de definir el resto sin nomenclatura. Para ello es importante considerar la tenencia de la tierra, las divisiones catastrales, los accidentes a nivel de cuenca hidrográfica y la red vial presente o probable.

Comarca: grandes extensiones boscosas (menor que la Región) que dependen de una misma red de vías de saca y se comunican con el mercado a través de una misma vía de primer orden. La escala de planeación puede corresponderse al nivel de cuenca o multi-cuenca. En general son inapropiadas de organizar individualmente para la producción. Se designan con los nombres de accidentes geográficos. La responsabilidad de estas divisiones le compete a la Administración Provincial.

Cuartel: dentro de la red de vías de saca que engloba la Comarca, el Cuartel comprende una extensión de bosque bajo una misma vía de saca de la red, que posee fines económicos particulares como puede ser un único adjudicatario o propietario. Se designa con el nombre de accidentes geográficos.

Cada Cuartel tiene su propio Plan, que responde al cumplimiento de unos mismos objetivos de ordenación, método de ordenación determinado, a condiciones de saca comunes y a la asignación de una posibilidad.

Se pueden distinguir:

- a) Cuarteles de Producción: la renta son los productos y subproductos del bosque.
- b) Cuarteles de Protección: Los aprovechamientos están supeditados según su efecto sobre el ambiente. Está muy relacionado con las diferentes categorías de bosques establecidos en la Ley 145.
- c) Cuarteles de Recreación y Turismo: se prioriza la calidad del área para expansión y disfrute de la sociedad.
- d) Mixto: También pueden existir Cuarteles donde coexistan áreas con objetivos distintos, sean complementarios o no.

La extensión del Cuartel dependerá de la naturaleza del terreno (en cuanto a objetivos y tipo de propiedad), del alcance de las vías de saca, de la silvicultura y existencias disponibles y de la planificación organizativa a mayor escala. La producción sostenida no será consecuencia de la extensión de un Cuartel, sino de la adecuada coordinación de las cortas en el conjunto de Cuarteles que integran la Comarca o región. En las propiedades privadas el principio de producción sostenida de uno o más Cuarteles se debe analizar en forma particular.

En casos de superficies que se incorporan al manejo forestal y aún no poseen las divisiones administrativas correspondientes, se la designará provisionalmente, a toda la zona de afectación, como Compartimiento, hasta tanto se la designe definitivamente.

Cantón: el Cuartel se divide en unidades inventariables y administrativas, llamadas Cantones que representan la superficie mínima permanente. Esta subdivisión puede afectar la totalidad del Cuartel o solo una parte; la superficie subdividida no podrá ser menor a la afectada al plan especial. De cada cantón debe existir una descripción detallada del ambiente, estimación de existencias y posibilidad del bosque que contiene.

Para la delimitación de los cantones debe tenerse presente que:

- a) Deben ser permanentes y por tal sus límites estarán definidos por líneas naturales o artificiales fijas. En la montaña su forma se adapta a la topografía y en terrenos llanos tendrá forma regular (tal que facilite la ordenación).
- b) Deben tener "cierta" homogeneidad en la composición del bosque, especialmente en lo que respecta a diferencias en la calidad de sitio. Debe evitarse un grado excesivo de detalle que conduzca a unidades pequeñas que compliquen la ordenación.

- c) Responderán a condiciones de acceso uniformes.
- d) La superficie del cantón puede ser muy variable de acuerdo con la intensidad de la ordenación y las características del bosque. Ya que son unidades mínimas inventariables, conviene que sean relativamente grandes, que superen las treinta hectáreas, sin perder el resto de las condiciones dictadas.

Dentro de las divisiones silvícolas se halla la siguiente categoría:

Unidad Silvícola: Rodal

Rodal: puesto que las condiciones de homogeneidad que se pretenden de un Cantón difícilmente se alcancen, éstos se encuentran divididos en rodales y eventualmente subrodales, que son unidades transitorias de tratamiento silvícola y producción uniforme. Su división se basa en caracteres estructurales del bosque, distintivos del que los rodea. Sus límites se difuminan con los de rodales contiguos, perdiendo las diferencias estructurales y por ende sus límites por el efecto del manejo. Al constituir el rodal la unidad mínima de ordenación, debe fijarse previamente cual será la superficie mínima que debe poseer.

Un caso particular son las superficies de estructuras juveniles, que pueden estar desarrollando con un estrato arbóreo superior o no. Para que estas estructuras puedan considerarse como parte de un rodal actual o potencial se establece que deben superar en superficie las 2 ha. La cobertura de los renovales puede ser continua o discontinua como agrupamientos de distribución homogénea.

En los casos en que se esté diferenciando estructuras mas adultas es conveniente que las superficies de los rodales no sean muy pequeñas que tornen engorroso el procesamiento y la planificación; a nivel de recomendación la superficie mínima de rodal podría ser de 4 ha.

Unidades Dasocráticas: Tramo y Tranzón

Son unidades transitorias relacionadas con la organización de la producción forestal. Esto implica que se establecen en el proceso de planificación de la Ordenación. Se tienen dos tipos:

Tramo: superficie de corta periódica.

Tranzón: superficie de corta anual.

3.1.2 Nomenclatura y señalización

Se utilizará la siguiente nomenclatura para la designación de las divisiones inventariables y silvícolas: Cuartel: se lo designa por un accidente natural reconocido.

Compartimiento: de la misma forma que el Cuartel se lo designa con accidentes naturales.
Cantón: se utilizan letras minúsculas.

Rodal: por su carácter temporal se subordinan al Cantón y se designan con números naturales. Se diferencian por el número de asignación seguido de las letras minúsculas del cantón al que corresponde. Así por ejemplo si el Cantón "a" tiene 4 Rodales, estos se designan así: 1a; 2a; 3a y 4a.

Los rodales tienen que estar supeditados al Cantón aunque sus caracteres se repitan en el Cantón contiguo.

La señalización se hará de acuerdo con sus características de permanencia, es decir, hasta nivel de Cantón no solo es importante la exactitud superficial sino que los límites sean claros, ya sea por accidentes naturales y artificiales o por picadas abiertas a tal efecto.

Para señalar al rodal basta que sea croquizado a la vista de fotografías aéreas y de la síntesis ocular, aunque pueden también señalarse por accidentes y eventualmente algunas señales transitorias. Ej: picadas, cintas, estacas, etc.

3.1.3 Cartografía

Las opciones de planos son muchas de acuerdo a la intensidad de la ordenación, grado de diversificación de la producción y estructuras de los tipos forestales.

Los planos mínimos que se requieren son:

- a) Plano del Cuartel o Compartimiento.
- b) Plano de Tratamientos Silvícolas.
- c) Plano de Tipos Forestales.

a) Plano del Cuartel: contiene las divisiones inventariales y silvícolas, como así la toponimia; referido a esto último se deben resaltar accidentes como filos, arroyos, cañadones, caminos, afloramientos rocosos, alambrados, asentamientos, etc. Un factor importante de la topografía que se debe resaltar son las zonas cuyas pendientes superen los 25°. En el caso que se desarrolle un plano de pendientes se pueden establecer los diferentes rangos de pendientes en virtud del grado de complejidad que presenten para la planificación y ejecución del aprovechamiento. De éste se desprende otro con la División Dasocrática relacionada al método de Ordenación (involucra al Plan de Cortas y los tramos y/o tranzones).

Ambos deben contener la localización de las unidades muestrales. La escala de los planos debe estar acorde a la superficie del Cuartel, recomendándose que esta no sea menor a 1:20.000.

Las referencias más importantes son las siguientes:

- ||---||--- Límite de Cuartel o Compartimiento.
- |--|--|--|- Límite de Cantón.
- Límite de Rodal.
- (.) Límite de Tramo.
- .-.-.-.-. Límite de Tranzón.

Es posible establecer divisiones con uso de colores, tratando de respetar alguna convención. En estos casos se pueden obviar los límites de trazos correspondientes para no sobrecargar los planos.

b) Plano de tratamientos silvícolas: de acuerdo con la planificación especial y general deberán detallarse las áreas que soportarán similares tratamientos silvícolas. El plano debe comprender, como mínimo, al área comprendida en el Plan Especial de Cortas. Este plano debe estar en correspondencia con la descripción de los tratamientos silviculturales que se prescriben en el punto 5.3 Aplicación de los Tratamientos por Rodales y Grupos de Rodales.

c) Plano de Tipos Forestales: muestra la superficie estratificada por presencia y abundancia de una o más especies. Las especies se señalan con las dos primeras letras del nombre vulgar, en caso que se repitan las siglas entre dos o más especies, se reemplaza la segunda letra por otra.

Ejemplo:

- Lenga (*Nothofagus pumilio*) Le
- Guindo (*Nothofagus betuloides*) Gu
- Ñire (*Nothofagus antarctica*) Ñi

De acuerdo con aspectos productivos y que están directamente relacionados con la toma de decisión, se pueden considerar importantes también los siguientes planos:

d) Plano de regeneración: son planos que se elaboran en base a información cuali y cuantitativa. Las especies se codifican de la misma manera que en el plano de tipos forestales. La información se puede referir a presencia y abundancia por especie y estado de desarrollo.

Debe tenerse en cuenta la superficie mínima para establecer las áreas con renovales factibles de ser manejados.

Estos planos tienen una importancia acorde con los tratamientos a aplicar.

e) Plano de Pendientes: si existen planos topográficos a la escala de trabajo, es suficiente para prever las condiciones de terreno que ayudan en la planificación de: las divisiones del Cuartel, de las vías de saca y del aprovechamiento. Caso contrario se puede elaborar este plano a través de los levantamientos del muestreo de la unidad.

f) Planos de Calidad de Sitio: estos planos aumentan en importancia en la medida que se simplifica la composición específica. Si no se dispone de mayores estudios en este sentido se recomienda dar información relativa al sitio a través de datos de altura dominante. Se pueden indicar las calidades a través de índices dados por las alturas dominantes o a través de clases de calidad, que por convención se representan con números romanos.

La confección de estos últimos tres planos quedan a criterio del técnico responsable del desarrollo del Plan, como así también todos aquellos otros que el mismo considere de importancia. También puede ser exigido por la Autoridad de Aplicación cuando considere que es trascendental para la planificación del manejo forestal.

3.2 Descripción de Unidades Inventariables y Silvícolas

Los resultados del muestreo serían los primeros que se deben exponer (tamaño de la muestra, intensidad de muestreo, etc.) y luego detallar los resultados estructurales y de superficie.

Los parámetros estructurales más importantes (área basal, volúmenes, etc.), se deben presentar en los niveles de rodal, cantón y cuartel. También se debe describir en forma general el ambiente en cada rodal o cantón, sobre todo en aquellos en los que alguna de sus características puede influir en las decisiones de manejo (Ejemplo: pendientes excesivas, presencia de bañados, zonas de uso turístico, etc.).

Se deberá presentar un cuadro resumen de superficies de los rodales clasificados en sus respectivos cantones.

Datos importantes a nivel de rodal, son los siguientes: superficie total, superficie de protección y superficie efectiva para la producción; aptitud de uso; parámetros estructurales (número de árboles, área basal, d.a.p. promedio, volúmenes); pendiente media; altitud; exposición y toda característica particular que pueda poseer, como por ejemplo referido al sitio donde desarrolla:

suelo poco profundo con frecuentes afloramientos rocosos, exposición sometida frecuentemente a vientos fuertes, bañado o zona anegable, castoreras, etc.

3.3 Precisión de la Información

Considerando que entre los datos requeridos de un inventario el volumen maderable es uno de los más importantes, y que la variabilidad disminuye a medida que se consideran tamaños muestrales más grandes, se establecerá el nivel de precisión pretendido para dicho volumen y para diferentes unidades inventariables.

-A nivel de cuartel el error de muestreo del volumen maderable no debe superar el 10% para un nivel de probabilidad del 95%.

-A nivel de cantón o grupo de rodales el error de muestreo de la misma variable no debe superar el 20% para el nivel de probabilidad del 95%.

4. ESTADO ECONOMICO

4.1 Objetivos

Dado que la raíz conceptual de la Ordenación es la organización económica del bosque, el Estado Económico evalúa la misma mediante criterios empresariales en el marco de una planificación y control de gestión eficaces. En este punto deben definirse claramente los objetivos económicos de la organización del bosque en estricta correspondencia con la planificación del manejo o de la ordenación. La inviabilidad económica del proyecto no garantiza la sustentabilidad del uso del recurso.

4.2 Vías de transporte

Se refieren a las vías de acceso y salida dentro y fuera del Cuartel. Constituyen la estructura básica para la movilización de los productos del bosque como materia prima para el abastecimiento; deben detallarse:

a) Vías de saca de primer orden: se detallarán las rutas pavimentadas y/o enripiadas, nacionales y/o provinciales, que constituyen el nexo entre el Cuartel y la planta industrial y el mercado. Debe describirse lo más concretamente posible su estado y condiciones de transitabilidad según la época del año.

b) Vías de saca de segundo orden: se detallarán los caminos de ripio y/o de tierra que vinculan las playas de acopio o "acanchaderos" con los caminos de primer orden, su estado de conservación, condiciones de transitabilidad según la época del año y tráfico estimado de vehículos pesados.

c) Vías de saca de tercer orden: se describirán los caminos de tierra que unen los sitios de apeo con las playas de acopio intermedias y/o finales. Es importante que se haga una mención al medio de tracción (mecánico o a sangre) que se utilizará para efectuar el arrastre.

Es imprescindible que la disposición de los dos principales tipos de caminos figuren en el plano del Cuartel.

Si se proyectan futuras vías de saca de primer y segundo orden, deberá realizarse la presentación correspondiente, teniendo en cuenta la densidad permitida por unidad de superficie, y :

-características de las vías, condicionadas por dimensiones de los vehículos, velocidad de circulación, cruces y enlaces con otras rutas o caminos.

-influencia de la apertura de vías sobre el bosque, sobre todo en lo referente a erosión, facilidad de acceso y tipo de sustrato.

-Medidas de corrección o disminución de los efectos negativos previstos que se califiquen como de alto impacto ambiental.

4.3 Organización Económica

4.3.1 Sistema de Producción

Si al momento de hacerse el Plan no estuviera definida la planta industrial que consumirá los productos y subproductos del aprovechamiento, solo se detallarán los aspectos económicos importantes de la zona como distancias a los centros poblados e industriales.

4.3.1.1 Aprovechamiento

Deberá realizarse una descripción del/los sistema/s de aprovechamiento utilizados (si se estuviera realizando) o que se utilizarán en la superficie afectada al estudio técnico, realizando una síntesis de cada una de las labores involucradas.

Es importante que si el técnico responsable propone alternativas a los sistemas en uso, las describa con claridad en el punto 4.4.1. Evaluación de la Organización Actual.

4.3.1.2 Transporte

Debe detallarse:

- Si es propio o contratado.
- Tipo de vehículo de acuerdo con cada tarea de aprovechamiento.
- Capacidad de transporte.

4.3.1.3 Planta Industrial

Deben detallarse los principales aspectos de la infraestructura existente de la/s planta/s de procesamiento de los productos y subproductos del bosque objeto de estudio. Como guía general pueden considerarse los siguientes puntos:

- Superficie cubierta y total.
- Equipos disponibles: de elaboración y energéticos.
- Disposición de la maquinaria.
- Descripción del proceso de elaboración.
- Capacidad actual y potencial de producción.

4.3.1.3.1 Tipificación: usos de productos y subproductos

Deberá hacerse una clasificación y descripción de los diferentes tipos de productos forestales que se extraerán del bosque.

De acuerdo a la utilización industrial e indispensablemente si se trata de la industria del aserreo, deberán especificarse las clases de calidad, de acuerdo con el porcentaje de defectos y las especificaciones de mercado.

4.4.1 Evaluación de la organización actual

Si el Técnico lo considera conveniente esta evaluación deberá realizarse efectuando un análisis de ventajas e inconvenientes de la estructura actual con respecto a:

- Sistemas de aprovechamiento, de industrialización y de comercialización.
- Acción reguladora y fiscalizadora del Estado.

A este análisis el técnico podrá incorporar su propuesta mejoradora indicando cuáles son los aspectos que considera pasibles de ser optimizados, de qué modo y con qué medios.

5. PLANIFICACION DE LA ORDENACION

5.1 Objetivos

Se reseñaran claramente los objetivos de la empresa desde el punto de vista: de la organización económica y silvícola del Cuartel; los niveles de producción pretendidos en cantidad y calidad; los plazos de explotación; los fines de conservación, de recreación y turismo, de protección; etc.

5.2 Planificación Silvícola. Componentes

Los componentes mínimos que deben considerarse son:

Objetivos Silviculturales: Debe explicitarse en forma clara el objetivo o meta silvícola en cuanto a especies, método de beneficio (forma de regeneración o renovación), forma principal de masa, tipo de productos, etc.

Estructura Actual del Bosque: Una vez definidos los objetivos se parte de una caracterización actual de los rodales, grupos de rodales o cantones, basada y/o complementada con la realizada en el punto

Descripción de las Unidades Inventariables y Sílvícolas.

Sistema Silvicultural: Se describirán todos los tratamientos que se aplicarán para alcanzar las metas silvícolas. El régimen de tratamientos que se aplicarán durante el turno o rotación debe estar claramente explicitado, estimando los parámetros del mismo. En el caso de las cortas se indicarán, en función de la estructura actual y las metas, los tipos, intensidad, frecuencia y control (explicitar si se utilizan índices de densidad, área basal u otros). Aquí también se incluyen los tratamientos de limpieza, protección, etc.

Es recomendable en bosques regulares que los ciclos de cortas y el período de regeneración sean submúltiplos del turno, con el fin de facilitar la organización del Cuartel.

En bosques irregulares, para la rotación deben tenerse presente los diámetros máximos de corta, el tiempo de paso y el nivel de equilibrio meta.

5.3 Aplicación de los Tratamientos por Rodales y Grupos de Rodales

La prescripción de los tratamientos se realizará por rodal o grupo de rodales. Tales prescripciones se presentarán como mínimo para los rodales de los cantones que se intervendrán

según el Plan Especial de Cortas (quinquenio). La toma de decisión respecto a los tratamientos a realizar se traducen en el Plano de Tratamientos Silvícolas.

Las prescripciones deben incluir todas las actividades culturales y mejoras necesarias para el manejo de los rodales que se intervendrán según el Plan Especial de Cortas (alambrados, obras de arte, plantación, limpieza, etc.).

En lo específico a las cortas, éstas deben definirse y describirse claramente.

La estimación de la producción debería estimarse por rodales o grupos de rodales. El efecto de las intervenciones se pueden presentar discriminadas por clases diamétricas o en forma global.

A modo de ejemplo se entrega la siguiente planilla:

Formulario 5.1

RODAL: SUPERFICIE: INTERVENCION: TIPO FORESTAL:			
PARAMETROS	ESTRUCTURA ORIGINAL	INTERVENCION	RODAL RESIDUAL
Frecuencia Area Basal DAP Promedio Volumen Maderable Volumen Total Desecho			

5.4 Método de Ordenación

El método de ordenación será un proceso mediante el cual, partiendo de la estructura actual del bosque, se planifique la disposición interna del Cuartel según determinados fines silvícolas y económicos. Basicamente consiste en organizar las cortas en la superficie del Cuartel, a través de dos horizontes de planificación, uno de corto plazo, que abarca hasta un quinquenio y otro de largo plazo que se puede extender hasta el turno o rotación. Solo se exigirán estos niveles de planificación a las propiedades privadas y a las concesiones cuyas duraciones superen los ciclos de cortas o rotaciones propuestos. Ello significa que a través de la planificación de largo plazo

las propiedades deben garantizar la renta sostenida, anual o periódica, de bienes y servicios; mientras que en las concesiones de largo plazo la periodicidad de los tratamientos en los rodales. Ejemplo de esto último puede ser el caso de una concesión a 25 años, cuyo período de regeneración para los rodales tratados en los primeros cinco años es de 20 años, de manera que para entrar en el último quinquenio el concesionario debe haber garantizado la renovación de estos rodales. La misma consideración puede aplicarse para rodales que se ralean cada 20 años.

Los planes de concesiones de corto y mediano plazo (contratos de hasta 10 años), serán de manejo a nivel de rodal, canton y eventualmente de cuartel, cuyo nivel de organización será el de establecer los tranzones de corta para sucesivos períodos de ejecución de hasta cinco años. La Autoridad de Aplicación realizará la ordenación de las mismas.

Esta última consideración no exime a los planificadores del requisito de definir para los diferentes rodales los regímenes silviculturales de acuerdo a las metas establecidas.

Se debe reseñar como se articularán en tiempo y espacio las cortas prescriptas. Los métodos de regulación pueden ser por superficie, por volumen o por una combinación de ambos, debiendo siempre establecerse la forma de cálculo de la posibilidad.

Es importante aclarar que los niveles de detalle se corresponden con aquellas zonas boscosas que se afectarán al plan quinquenal de corta. Para la regulación de todo el bosque extenso y el cálculo de su posibilidad solo se requiere información global.

5.4.1 División Dasocrática

Corresponden a las divisiones que se realizan en el Cuartel con el fin de regular las cortas y alcanzar un nivel de organización acorde a los objetivos de la empresa. Se superponen a la división inventarial. La división dasocrática que debe establecerse ineludiblemente es la de tranzón, pues ya sea un permiso anual o un plan quinquenal se necesita dejar establecido las áreas de corta anuales; la decisión de emplear el resto de las divisiones dasocráticas queda a exclusivo criterio del técnico que elabora el plan.

Las divisiones son las siguientes:

Tramo: superficie boscosa que se corta sucesivamente en un período, tal que la regeneración en el área esté asegurada. Se utiliza para ordenar masas regulares y semirregulares. La designación es con números romanos ó los colores azul, amarillo y blanco.

Subtramo: superficie boscosa componente de un tramo, no contigua del resto. La designación se subordina al tramo con un subíndice de letras mayúsculas.

Tramo de Entresaca: superficie boscosa que se regula anualmente por cortas de entresaca. Se utiliza para ordenar masas irregulares. La designación es con números romanos.

Tranzón: superficie boscosa de corta anual. La designación es con números naturales en el interior de un círculo.

La señalización o separación en el terreno se hará en la forma y plazos que el profesional considere más conveniente.

5.5 Planes Especiales

La planificación especial consiste en las previsiones de corto plazo y concretará las prescripciones del plan general. El plazo de vigencia es de hasta cinco años, en cuyo término debe revisarse. Incluye el Plan de Cortas y de Mejoras y eventualmente el Plan de Cortas involucra los Productos Secundarios.

El Plan de Cortas debe contener: posibilidad por tranzón de los productos y subproductos esperados; rodales involucrados; tipo de intervenciones; cronograma de ejecución y los tratamientos silviculturales. Como ejemplo se presenta el Formulario 5-2.

El Plan de Cortas va acompañado de las previsiones de las mejoras a realizar, que se deben considerar: Apertura y conservación de límites (amojonamientos, picadas y alambrados); vías de saca; construcciones; viveros; plantaciones; protección; etc.

Formulario 5-2

CUARTEL:								
TRAMO:								
PERIODO:								
Tranzón	Año	Rodal	Superficie [ha]	Tratamiento	Volumen Total		Volumen Maderable	
					[m3/ha]	[m3/Sup]	[m3/ha]	[m3/Sup]

5.6 Revisión y Monitoreo

A la finalización de la ejecución del plan especial, se debe realizar una revisión ordinaria, que implica la reseña de lo ejecutado, un análisis comparativo respecto de las previsiones iniciales y la ratificación o rectificación del plan general o método de ordenación, en los casos en que se

haya definido. Todo esto culminará con un nuevo plan especial quinquenal, cuando la extensión boscosa así lo permita.

Las revisiones extraordinarias pueden acontecer por cambios internos o externos, tales como la ocurrencia de catástrofes, cambios tecnológicos, deficiencias en los estudios de base (inventario y planificación silvícola), que dificultan la ejecución o cualquier motivo debidamente justificado que se exponga a la consideración de la Autoridad de Aplicación y/o de algún sector de la sociedad.

El seguimiento del plan especial debe realizarse anualmente a través de informes técnicos, parcelas permanentes e inspecciones. El monitoreo del plan va mas allá de los aspectos meramente silviculturales, pues incluye el control de todos los efectos negativos producto de la aplicación del plan cuyo impacto es actual o potencialmente elevado. Algunos ejemplos de efectos negativos que eventualmente deban ser monitoreados son la erosión en vías de arrastre; alteraciones en la redes de drenaje y desagüe o acumulación de grandes cantidades de material combustible, etc.

«« »»

**MARCO NORMATIVO DE LA PROVINCIA DE TIERRA DEL FUEGO
COMPLEMENTARIO A LA LEY NACIONAL 26.331, SOBRE LOS PRINCIPIOS
RECTORES PARA EL ORDENAMIENTO Y CONSERVACIÓN DE LOS BOSQUES
NATIVOS EN TODO EL ÁMBITO NACIONAL.**

Artículo 1°.- La presente ley instituye el marco normativo provincial complementario a la Ley nacional 26.331, que establece los principios rectores para el ordenamiento y conservación de los bosques nativos en todo el ámbito nacional, en cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 41 de la Constitución Nacional. Tiene por objeto optimizar la aplicación jurisdiccional de la referida ley nacional y compatibilizarla con la legislación provincial vigente, en un marco que permita orientar el proceso de producción social del espacio y del suelo, propender al aprovechamiento ambientalmente racional y sustentable, conservación y defensa de los bosques nativos y sus ambientes relacionados, como expresión espacial de la aplicación integral y concurrente de las políticas económicas, sociales, culturales y ambientales de la Provincia.

Artículo 2°.- Apruébese el Ordenamiento de los Bosques Nativos ubicados dentro del territorio de la Provincia de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur, que como Anexo I forma parte de la presente, conformado por los planos cartográficos de ubicación y delimitación de las categorías de conservación en escala 1:100.000 contemplando las posibles diferencias por aplicación de la escala de medición que pudieran resultar en el terreno y su particular conformación física las que deberán ser salvadas mediante los planes de manejo que oportunamente presenten los distintos poderes públicos y los particulares interesados.

Artículo 3°.- El régimen establecido por la presente ley se aplicará de manera armónica con la Ley provincial 55 de Medio Ambiente, Ley provincial 145 Forestal, Ley provincial 272 de Áreas Naturales Protegidas, leyes específicas dictadas en su consecuencia y Ley provincial 313 de Tierras Fiscales, las que conservan su plena vigencia en todo aquello que no sea modificado por la presente.

Artículo 4°.- Las categorías de conservación de la presente ley son de mayor jerarquía que las creadas por la Ley provincial 145, las que mantendrán su vigencia en cuanto no se opongan a la presente. La autoridad de aplicación deberá reglamentar las actividades permitidas en cada categoría y los planes de manejo a fin de adecuarlos a los principios de la Ley nacional 26.331. Ninguna persona física o jurídica, pública o privada, podrá realizar obras, desmontes,

movimientos de suelo y ninguna otra intervención u aprovechamiento silvícola, pastoril y ningún otro uso extractivo sobre bosques nativos sin autorización de la autoridad de aplicación.

Artículo 5°.- La autoridad de aplicación de la presente ley podrá establecer relevamientos y análisis de la situación de predios de dominio privado o fracciones de dominio fiscal, categorizados en el marco del ordenamiento de bosques nativos, utilizando una escala de trabajo que permita desagregar con mayor precisión las categorías de conservación asignadas, pudiendo impulsar cambios en las mismas, siempre que se cumpla con:

- a) los criterios de sustentabilidad ambiental establecidos en la presente y en la Ley nacional 26.331 y sus decretos reglamentarios; y
- b) se justifique con informes técnicos fundados, la oportunidad de los cambios requeridos en el Consejo Consultivo.

Artículo 6°.- El ordenamiento de los bosques nativos ubicados dentro de jurisdicciones municipales y/o comunales será actualizado conforme a la Ley nacional 26.331, debiendo el mismo ser aprobado por la autoridad de aplicación de la presente y ratificado por ordenanza municipal. En caso de declarar el municipio o comuna imposibilidad para realizar dicho ordenamiento deberá realizarlo la autoridad de aplicación.

En todos los casos cada municipio o comuna deberá realizar todo lo necesario para, garantizar el cumplimiento de las exigencias de la presente ley dentro de su ejido, formulando proyectos de conservación y manejo de los bosques nativos en su jurisdicción para su presentación ante la Unidad Ejecutora creada por aplicación del artículo 16 de la presente, y realizando tareas de planificación, monitoreo, control y fiscalización.

Artículo 7°.- Cada cinco (5) años como máximo, la autoridad de aplicación, en consulta con la Comisión Consultiva de Bosques Nativos, revisará el ordenamiento. La revisión será elevada a la Legislatura para su aprobación por lo menos noventa (90) días hábiles antes del final del período legislativo correspondiente, considerándose aprobada si al final del mismo no hubiera sido rechazada. Los ordenamientos comunales y municipales deberán revisarse cada cinco (5) años como máximo siguiendo los criterios establecidos por la Ley nacional 26.331, la normativa provincial y municipal que se dicte en consecuencia para este fin. El municipio o comuna remitirá el ordenamiento territorial de bosques nativos y la documentación que la reglamentación determine a la autoridad de aplicación para su evaluación y de corresponder su aprobación e integración al sistema de información.

Artículo 8°.- En el marco de la actualización del ordenamiento de los bosques nativos y la implementación de la presente, la autoridad de aplicación formulará, para su presentación ante la Unidad Ejecutora, proyectos de conservación y manejo de bosques nativos en jurisdicción provincial dirigidos a:

- a) viabilidad de aprovechamiento silvícola o silvopastoril sustentable;
- b) identificación y mapeo de áreas fisiográficas de características particulares, con evaluación del potencial de desarrollo de actividades no extractivas y/o valoración de servicios ambientales ligados al bosque en estas áreas;
- c) mejoramiento y/o completamiento de la red vial de la Provincia en áreas comprendidas en el ordenamiento de bosques, identificando y ordenando servicios y actividades actuales o potenciales asociados a la misma;
- d) diseño de intervenciones territoriales puntuales, que permitan la puesta en valor y el desarrollo de áreas de interés y/o permitan optimizar las estrategias y acciones de conservación ambiental en su zona de influencia;
- e) proyectos y acciones de minimización de eventuales impactos ambientales negativos en bosques, provocados por actividades antrópicas y desarrollo de estrategias de conservación de los diferentes tipos de bosques; y
- f) elaboración de mapas de riesgo para los bosques nativos de la Provincia y de estrategias de prevención, intervención y control dirigidas a disminuir los mismos y/o sus efectos.

Artículo 9°.- La autoridad de aplicación elaborará, en coordinación con el Ministerio de Educación, contenidos curriculares relacionados al bosque nativo y su conservación, e instrumentos didácticos específicos para su inclusión en todos los niveles de la educación formal obligatoria, ajustado a los objetivos y fines de la presente ley.

Artículo 10.- El Poder Ejecutivo, a través de los organismos gubernamentales competentes y conforme los lineamientos sugeridos por la máxima autoridad donde se encuentre la Dirección de Bosques, realizará anualmente programas de sensibilización y difusión, por medios masivos de comunicación, destinados a concientizar a la ciudadanía respecto de la importancia del bosque nativo, la valoración de sus servicios ambientales y las recomendaciones para su conservación y utilización responsable.

Artículo 11.- La autoridad de aplicación deberá elaborar e instrumentar anualmente un plan de manejo de fuego, para la prevención, detección temprana y lucha contra incendios forestales,

para lo cual realizará proyectos que se pondrán a consideración de la Comisión Consultiva de Bosques Nativos (CCBN) a fin de poder financiarse con los fondos provenientes de la Ley nacional 26.331 con los fines de adecuación y disponibilidad de recursos técnicos, humanos, operativos y logísticos necesarios a tal fin, y ejerciendo el rol de coordinación prevista en los artículos 29 y 30 de la Ley provincial 145 para su implementación.

Artículo 12.- En el caso de actividades desarrolladas por pequeños productores, la autoridad de aplicación deberá implementar programas de asistencia técnica y financiera en los términos del artículo 34 de la Ley provincial 145, a efectos de propender a la sustentabilidad de las mismas. Rediseñar los planes de aprovechamiento y manejo adaptándolos en sus modalidades y ámbitos geográficos de aplicación para reasignar recursos y sistemas de explotación que resulten sustentables.

Artículo 13.- Créase la Comisión Consultiva de Bosques Nativos, que tendrá por funciones:

- a) conciliar los intereses de los sectores productivos y de las diferentes actividades antrópicas relacionadas al sistema territorial complejo conformado por los bosques nativos, suelos y ambientes asociados, con los fines y objetivos de la presente;
- b) participar en la propuesta, discusión, análisis y priorización de las iniciativas, proyectos, estudios, acciones y actividades que se realicen en el marco de la presente;
- c) ser instancia de consulta obligatoria para la elaboración y actualización del ordenamiento de los bosques nativos;
- d) monitorear la aplicación en la Provincia de los recursos del Fondo Nacional para el Enriquecimiento y la Conservación de los Bosques Nativos, a los proyectos de conservación y manejo de bosques nativos aprobados por aplicación de la presente;
- e) ser el órgano de supervisión de la administración del Fondo Provincial para el Bosque Nativo;
- f) ser instancia de consulta obligatoria para la elaboración anual de la memoria y balance de gestión a elevar por la autoridad de aplicación a la Legislatura; y
- g) proponer a la Dirección General de Bosques las medidas necesarias para superar los problemas del sector forestal, en función de un desarrollo ordenado.

Artículo 14.- La Comisión estará compuesta por:

- a) la máxima autoridad del área del Poder Ejecutivo en cuya órbita se encuentre la Dirección de Bosques, quien la presidirá;
- b) el Director General de Bosque;
- c) un (1) representante por las cámaras legalmente constituidas del sector maderero de transformación primaria;
- d) un (1) representante por las cámaras legalmente constituidas del sector maderero de transformación secundaria;
- e) un (1) representante por las cooperativas legalmente constituidas del sector maderero de transformación primaria;
- f) un (1) representante por las cooperativas legalmente constituidas del sector maderero de transformación secundaria;
- g) un (1) representante de la Asociación Rural de Tierra del Fuego o entidad legalmente constituida que agrupe a la mayoría de los propietarios de bosque en la Provincia;
- h) un (1) representante por el gremio de la madera;
- i) un (1) representante de los profesionales forestales organizados;
- j) dos (2) legisladores que integren el Comité de Aprobación y Seguimiento de Proyectos creado por aplicación del artículo 16;
- k) un (1) representante por la totalidad de las organizaciones de sociedad civil legalmente constituidas y con objeto relacionado con el bosque;
- l) un (1) representante por las instituciones de investigación y/o extensión con programas relacionados con el bosque;
- m) un (1) representante por la totalidad de las cámaras empresariales cuya actividad esté ligada al turismo;
- n) la máxima autoridad del área del Poder Ejecutivo en cuya órbita se encuentre la autoridad de aplicación de la Política Turística de la Provincia;
- ñ) un (1) representante de cada uno de los municipios o comuna que hayan realizado el ordenamiento conforme a los alcances de la presente ley y el mismo se encuentre aprobado;
- o) un (1) representante de la Universidad Nacional de Tierra de Fuego; y
- p) un (1) representante del Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC).

Artículo 15.- El Poder Ejecutivo en la reglamentación establecerá los mecanismos de funcionamiento de la comisión, bajo los siguientes lineamientos mínimos:

- a) tendrá carácter consultivo y honorario;
- b) se reunirá al menos tres (3) veces al año, una por cuatrimestre;
- c) sus recomendaciones se aprobarán por mayoría simple de los miembros presentes;
- d) tendrá quórum con la asistencia de más de la mitad de sus miembros. En caso de no alcanzarse el quórum, se esperará una hora. Transcurrido ese lapso, sesionará con los miembros presentes, siempre que se encuentren la Presidencia y al menos dos (2) miembros, y sus decisiones serán válidas; y
- e) será convocada por su presidente, de oficio o por solicitud escrita de más de cuatro (4) miembros. En la convocatoria deberá fijarse temario, lugar, fecha y hora para la reunión.

Artículo 16.- La distribución de fondos asignados a fin de conservar y manejar los bosques nativos a que refiere el artículo 30 de la Ley nacional 26.331, se aplicará a proyectos de conservación y manejo declarados elegibles por la autoridad de aplicación de la presente, con participación de las áreas técnicas de la Administración con competencia en bosques, tierras fiscales, gestión ambiental, áreas protegidas, recursos hídricos, planificación estratégica y ordenamiento territorial, según corresponda. La distribución de recursos entre los proyectos declarados elegibles y/o su orden de ejecución, será aprobada por la autoridad de aplicación.

El Comité se reunirá a requerimiento de la autoridad de aplicación o dos (2) de sus miembros, tendrá quórum con la mitad más uno de los miembros presentes, siempre que se encuentre la autoridad de aplicación, y tomará sus decisiones por mayoría simple. Estará integrado por la máxima autoridad del área del Poder Ejecutivo en cuya órbita se encuentre la Dirección de Bosques, el Director de Bosques de la Provincia, un (1) representante de cada uno de los municipios o comunas al tratarse proyectos de su respectiva jurisdicción, dos (2) legisladores electos por sus pares a tal efecto y un (1) representante de la Sociedad Rural en caso de tratarse proyectos de propiedad privada.

La administración de los fondos se realizará a través de una unidad descentralizada, ejecutora y administradora conformada por la autoridad de aplicación. No podrán realizarse erogaciones o transferencias a proyectos declarados elegibles por la autoridad de aplicación que no cuenten con la aprobación del Comité Interjurisdiccional. Toda contratación, adquisición de bienes o servicios y/o transferencia que realice la Provincia en el marco de tales proyectos, se registrará de

acuerdo al cronograma de tareas y los procedimientos que se establezcan en las actas acuerdo que se suscriban entre la Unidad Ejecutora y las personas físicas o jurídicas, de carácter público o privado, responsables de la ejecución de dichos planes, quedando sujetos al control que realicen las autoridades nacionales y aquellos vinculados a la fiscalización y auditoría por parte de la Auditoría General de la Nación y la Sindicatura General de la Nación, previstos en la Ley nacional 26.331.

La distribución de recursos financieros entre los proyectos declarados elegibles resuelta por el Comité Interjurisdiccional de Aprobación y Seguimiento de Proyectos quedará condicionada al efectivo desembolso de los fondos provenientes de la Ley nacional 26.331, sin tener que asumir la Provincia compromisos con fondos propios ante el retraso o suspensión de los mismos.

Artículo 17.- Será autoridad de aplicación de la presente ley la Secretaría de Desarrollo Sustentable y Ambiente, o aquella que la reemplace en el futuro y en cuya órbita se encuentre la Dirección General de Bosques. La autoridad de aplicación de la presente actuará como autoridad de aplicación de la Ley provincial 55, la Ley provincial 272 y leyes específicas dictadas en su consecuencia, a cuyos efectos tendrá bajo su órbita las áreas técnicas competentes en materia de tierras fiscales provinciales, gestión ambiental, recursos hídricos, áreas protegidas, planificación estratégica y ordenamiento territorial provincial.

Artículo 18.- La autoridad de aplicación deberá ejercer las siguientes funciones, como lineamientos mínimos de gestión y aplicación de la presente:

- a) elaborar conforme los lineamientos establecidos en la presente, el proyecto de decreto relativo a la actualización quinquenal del ordenamiento de los bosques nativos;
- b) integrar y articular las actividades de las áreas técnicas competentes en materia de planificación estratégica, ordenamiento territorial, tierras fiscales, bosques, gestión ambiental, áreas protegidas y recursos hídricos, a efectos de generar políticas integrales de impacto territorial sobre los bosques nativos de la Provincia, que resulten concurrentes, simultáneas y coordinadas, y promuevan la conciliación del desarrollo social, ambiental y económico de las áreas comprendidas con los criterios de sustentabilidad y unidad del suelo, del bosque y los ambientes asociados;
- c) coordinar con las áreas técnicas competentes, la elaboración de criterios y pautas de ordenamiento territorial y ambiental prevista en el artículo 6° de la Ley provincial 313, en áreas de bosques nativos;

- d) coordinar con las áreas técnicas competentes la realización de estudios y relevamientos necesarios para optimizar la aplicación en la jurisdicción de la Ley nacional 26.331;
- e) vigilar y controlar la ejecución de proyectos, obras y acciones degradantes o susceptibles de degradar el bosque nativo;
- f) vigilar en forma permanente el estado del bosque nativo, actualizando el mapa de riesgos y revisando en forma periódica los planes de actuación para la prevención, defensa y conservación de los bosques nativos en las áreas más susceptibles de degradación, incendios forestales y/o impacto antrópico;
- g) preparar el anteproyecto de presupuesto y las recomendaciones de asignaciones presupuestarias para atender los requerimientos de programas relativos a la adecuada aplicación de la presente y la ejecución de proyectos o acciones emergentes;
- h) proponer las reformas e innovaciones en la estructura orgánica y/o los procedimientos administrativos utilizados por cualquier área de la administración central, descentralizada o correspondiente a entes autárquicos, cuyas incumbencias y accionar se relacionen con los fines de la presente;
- i) vigilar la aplicación de la presente, y de toda norma relacionada con la preservación, conservación, defensa y mejoramiento del bosque nativo; y
- j) conformar la Unidad Ejecutora y el Comité Interjurisdiccional de Aprobación y Seguimiento de Proyectos, conforme lo dispuesto por el artículo 16 de la presente.

Artículo 19.- Derógase el artículo 44 de la Ley provincial 145.

Artículo 20.- Comuníquese al Poder Ejecutivo.

CLÁUSULAS TRANSITORIAS.

Primera: El Poder Ejecutivo deberá adecuar, en el lapso máximo de noventa (90) días y a propuesta de la autoridad de aplicación, las dependencias orgánicas, misiones y funciones de las áreas técnicas que correspondan, a efectos de dar cumplimiento a la integración y articulación funcional y administrativa de las áreas técnicas previstas en la presente.

Segunda: El ordenamiento y clasificación de los bosques nativos aprobado por aplicación del artículo 2º de la presente deberá ser revisado en el plazo de un (1) año, contado a partir de la fecha de promulgación de la presente. Durante dicho período, el Poder Ejecutivo deberá realizar las siguientes actividades, con el objeto de resolver conflictos de uso específicos en áreas

geográficas puntuales, entre actividades antrópicas entre sí y con las estrategias de conservación en implementación, así como armonizar a escala de detalle el ordenamiento final de los bosques nativos con las directrices de ordenamiento territorial emergentes del Plan Estratégico de Desarrollo Territorial de la Provincia en elaboración en el marco del Consejo Federal de Ordenamiento Territorial:

- a) evaluar la red vial de la Provincia y considerar su extensión o completamiento futuro en áreas de bosque, en coordinación con la Dirección Provincial de Vialidad y las áreas técnicas de gestión ambiental, tierras fiscales, áreas protegidas, planificación estratégica y ordenamiento territorial de la Provincia;
- b) respetar las áreas protegidas creadas por legislación específica, en el marco de la Ley provincial 272, en la propuesta de clasificación de los bosques nativos ubicados dentro de los límites de las mismas, adecuando los planes de manejo de tales áreas al ordenamiento de bosques propuesto y a los criterios de la Ley nacional 26.331;
- c) relevar y/o formular planes de desarrollo y ordenamiento territorial en las áreas de influencia de las rutas provinciales existentes o proyectadas, propendiendo a la conciliación del desarrollo social, ambiental y económico de las áreas rurales de la Provincia y a su integración territorial. A tales efectos, deberá convenir mecanismos de trabajo y acordar lineamientos de gestión con las áreas técnicas competentes en materia de planificación estratégica y ordenamiento territorial, gestión ambiental, tierras fiscales, bosques, áreas protegidas y recursos hídricos;
- d) promover y realizar instancias participativas de trabajo con los sectores vinculados a la actividad forestal, la recreativa y turística, así como con las entidades profesionales y académicas vinculadas y las organizaciones civiles o agrupaciones vecinales cuyos fines se relacionen con la conservación ambiental, a efectos de conciliar intereses contrapuestos y resolver eventuales conflictos derivados del ordenamiento de los bosques y ambientes asociados; y
- e) una vez realizadas esas actividades, el Poder Ejecutivo deberá revisar el ordenamiento de los bosques aprobado por la presente, introducir las modificaciones emergentes del cumplimiento de los incisos a), b), c) y d), y proceder para la actualización del ordenamiento de los bosques nativos, antes del vencimiento de la vigencia del ordenamiento preliminar aprobado por la presente, de conformidad con los mecanismos dispuestos en el artículo 7°.

Tercera: La adecuación de las actividades preexistentes desarrolladas en áreas categorizadas I y II se realizará en un plazo no mayor a cinco (5) años, para lo cual los interesados podrán presentar planes de manejo y conservación que contemplen el financiamiento de todas las acciones necesarias para llevar a cabo la adecuación requerida por el Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos de la Provincia.

Cuarta: El Poder Ejecutivo deberá reglamentar la presente ley en un plazo no mayor de los treinta (30) días a partir de la promulgación.

ANEXO I:

Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos Provincia de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur.

Plano cartográfico de ubicación y delimitación de las Categorías de Conservación.

Escala 1:100.000, impresión reducida.

Ordenamiento Territorial. Categorías.	Superficie	
	Hectáreas	%
Superficies ocupadas por Bosques	733.907,10	100,00%
Categoría I - Rojo	311.706,70	42,50%
Categoría I - Amarillo	401.918,30	54,80%
Categoría I - Verde	20.282,10	2,80%
<hr/>		
Bosques Categoría I por Dominio	Superficie (ha)	(%)
Fiscal s/Clasificar	155.834,30	50,00
Áreas Protegidas	71.689,10	23,00
Propiedad Privada	49.738,10	16,00
Reservas Forestales	24.697,40	7,90
Áreas de Uso Turístico	7.169,82	2,36
Ejidos Urbanos	2.577,80	0,80
Total	311.706,70	100,00

Bosques Categoría II por Dominio	Superficie (ha)	(%)
Propiedad Privada	301.791,30	75,10
Reservas Forestales	51.840,50	12,90
Fiscal s/Clasificar	28.429,10	7,10
Áreas Protegidas	13.319,40	3,30
Ejididos Urbanos	2.855,10	0,70
Áreas de Uso Turístico	3.682,88	0,89
Total	401.918,30	100,00

Bosques Categoría III por Dominio	Superficie (ha)	(%)
Propiedad Privada	14.554,80	71,80
Ejididos Urbanos	4.609,31	22,70
Fiscal s/Clasificar	892,92	4,40
Reservas Forestales	114,94	0,63
Áreas de Uso Turístico	102,59	0,56
Áreas Protegidas	7,20	0,04
Total	20.282,20	100,00

Categorías Ordenamiento Ejido Tolhuin	Superficie (ha)	(%)
Categoría III (Verde)	2.569,31	86,80
Categoría II (Amarillo)	390,60	13,20
Total	2.959,91	100,00

Categorías Ordenamiento Ejido Ushuaia	Superficie (ha)	(%)
Categoría I (Rojo)	2.577,82	36,40
Categoría II (Amarillo)	2.464,53	34,80
Categoría III (Verde)	2.040,40	28,81
Total	7.082,71	100,00

DECRETO DE LA PROVINCIA DE TIERRA DEL FUEGO N° 1910/12 (ANEXO 2)

ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE BOSQUES NATIVOS. CRITERIOS LOCALES PARA LA APLICACIÓN DE LAS CATEGORÍAS DE CONSERVACIÓN

Artículo 1°: Los Bosques Nativos de la Provincia de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur, se ordenan según las categorías de conservación establecidas en el artículo 9° de la Ley Nacional N° 26.331 y los criterios de sustentabilidad ambiental del Anexo de la misma y los criterios locales establecidos en los artículos 3°, 4° y 5° del presente Anexo.

Artículo 2°: Las categorías de conservación de la presente reglamentación se aplicarán sin perjuicio de las categorías creadas en el marco del Inventario Forestal ordenado por el artículo 50 de la Ley Provincial N° 145, aprobado por Decreto Provincial N° 2502/2002, las que continúan en vigencia a los efectos de los Planes de Conservación o de Manejo.

Artículo 3°: Son ordenados en Categoría I los siguientes bosques:

1. Bosques de lenga, ñire y/o mixtos con alto valor de sustentación de servicios ecosistémicos, según lo determine la autoridad de aplicación, y en particular de aquellos que:
 - a. Superen los 25° de pendiente
 - b. Superen los 400 metros de altitud sobre el nivel del mar, con excepción de los mencionados en el inciso 2) del artículo 4° y especificados en la cartografía.
 - c. Se encuentren a menos de 100 metros de la costa marítima, lagos, lagunas, ríos principales, ruta nacional y a 50 metros de humedales.
 - d. Se encuentren en sectores de áreas protegidas donde no esté autorizado el manejo sustentable.
 - e. Constituyan áreas escénicas.
2. Bosques de lenga con alto valor de conservación de la biodiversidad, según lo determine la autoridad de aplicación, y en particular aquellos que:
 - a. Constituyan grandes extensiones de bosques prístinos con alta biodiversidad y alto valor de protección de suelos y aguas.
 - b. Sean de importancia para la conservación de la diversidad genética y procesos evolutivos, como ensambles inusuales, refugios glaciares, asociaciones de isletas de lenga en

matriz de ñire e isletas de lenga menores a 30 ha, en ecotono, y a 20 ha en el resto de las regiones.

c. Constituyan extremos geográficos de distribución de la especie, transicionales a bosques masivos de ñire o estepa.

3. Bosques de ñire con alto valor de conservación de la biodiversidad, según lo determine la autoridad de aplicación, y en particular de aquellos que:

a. Constituyan extensiones significativas de bosques con bajo grado de alteración que conserven la biodiversidad original.

b. Sean de importancia para la conservación de la diversidad genética y procesos evolutivos, como ensamblés inusuales y refugios glaciarios.

c. Constituyan extremos geográficos de distribución sobre el límite con la estepa.

4. Bosques mixtos con alto valor de conservación de la biodiversidad, según lo determine la autoridad de aplicación, y en particular de aquellos que:

a. Constituyan grandes extensiones de bosque prístinos con alta biodiversidad y alto valor de protección de suelos y aguas.

b. Sean de importancia para la conservación de la diversidad genética y procesos evolutivos, como ensamblés inusuales, isletas menores a 20 ha y refugios glaciarios.

Artículo 4º: Son ordenados en Categoría II los siguientes bosques:

1. Bosques de lenga con mediano valor de conservación que pueden ser sometidos a manejo sustentable para la producción maderera y/o de productos no madereros.

2. Bosques de lenga de alto valor para la sustentación de los servicios ecosistémicos, de características productivas, ubicados entre las cotas de 400 y 450 metros sobre el nivel del mar, con pendientes inferiores a los 14°, o bosques que posean un alto valor de conservación, que pueden ser manejados para la producción maderera o productos no madereros bajo pautas diferenciales de bajo impacto.

3. Bosques de ñire con mediano y alto valor de conservación que pueden ser manejados para la producción maderera, silvopastoril o de productos no madereros.

4. Bosques mixtos con mediano a alto valor de conservación que pueden ser manejados para la producción de manera o productos no madereros.

Artículo 5º: Son ordenados en Categoría III los bosques no incluidos en las categorías anteriores

Artículo 6º: El Ordenamiento de los Bosques Nativos se almacenará en un Sistema de Información Geográfico que integre las imágenes satelitales utilizadas y las bases geométricas en formatos “shape file” para las coberturas vectoriales, bajo el Sistema de Referencia en coordenadas Geográficas y Gauss Krugger empleando el Datum y Elipsoide WGS_1984, debiendo contener las siguientes coberturas bases: a) Cobertura de áreas boscosas; b) Cobertura catastral y de infraestructura vial y urbana existente a la fecha de realización y de actualización; c) Cobertura de actividades productivas (permisos de pastoreo, aprovechamientos forestales, mineros, etc.).

«« «»»

RESOLUCION COFEMA N° 277/14 (ANEXO 1)

REGLAMENTO DE PROCEDIMIENTOS GENERALES LEY N° 26.331 CONTENIDOS MÍNIMOS DE PLANES DE MANEJO Y CONSERVACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DEL FONDO NACIONAL PARA EL ENRIQUECIMIENTO Y CONSERVACIÓN DE LOS BOSQUES NATIVOS

El presente reglamento establece los procedimientos generales para la intervención sobre los bosques nativos de acuerdo a la Ley N° 26.331 (en adelante la “Ley”) y su Decreto Reglamentario N° 91/09 (en adelante el “Decreto”); y reemplaza al reglamento de igual nombre que consta como Anexo I de la Res COFEMA 229/12.

Actualiza el procedimiento para efectivizar la distribución de la asignación presupuestaria del año en curso (en adelante la “Asignación Presupuestaria”), en el marco de la aplicación progresiva de los Arts. 32 a 38 de la Ley y su Decreto.

Capítulo I.- De los procedimientos vinculados a intervenciones sobre los bosques nativos

Artículo 1.- Toda intervención sobre bosques nativos debe ser presentada por los titulares ante las Autoridades Locales de Aplicación (ALA) bajo la forma de Planes de Conservación (PC), de Manejo Sostenible (PM) o de Cambio de Uso del Suelo (PCUS), conforme a lo establecido en el artículo 9 y capítulos 5, 6 y 7 de la Ley y su Decreto.

La ALA deberá realizar las acciones necesarias para que la jurisdicción adecue toda intervención en bosques nativos a lo establecido en la Ley (art. 41).

Artículo 2.- Las normas generales sobre los procedimientos de presentación, evaluación, aprobación y control de planes deberán ser definidas por cada ALA, en concordancia con la Ley y su reglamentación, asegurando el cumplimiento de los contenidos mínimos de los planes establecidos en la presente.

Artículo 3.- Todos los planes aprobados por la ALA a los que se alude en el Artículo 1 serán cargados en el Registro Nacional de Planes de Bosques Nativos (en adelante “el Registro”).

El Registro incorporará anualmente: a) los Resúmenes de PM y de PC b) los Resúmenes de Proyectos de Formulación (PF) de PM y de PC y c) los Resúmenes de PCUS aprobados y denegados.

Mediante este procedimiento se responde a parte de las obligaciones vinculadas con la remisión de información desde las ALA a la Autoridad Nacional de Aplicación (ANA) en virtud de los artículos 11, 13, 23, 25, 34 y 38 de la Ley.

La falta de cumplimiento del presente reglamento por parte de una ALA podrá lugar a sanciones.

Capítulo II.- Del procedimiento general para la distribución del Fondo Nacional para el Enriquecimiento y Conservación de los Bosques Nativos

Artículo 4.- Las ALA presentarán la documentación necesaria para la acreditación del Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos y sus actualizaciones cumplimentando lo establecido en el artículo 33 de la Ley y su Decreto y de acuerdo a lo estipulado en el Apartado I, que forma parte del presente reglamento.

Artículo 5.- La Asignación Presupuestaria estará conformada por el monto determinado anualmente en la Ley Nacional de Presupuesto para el fondo creado por el artículo 30 de la Ley y demás partidas que se destinaran al mismo y será asignada a las jurisdicciones que hayan dado cumplimiento a lo establecido en el artículo 4 del presente.

Artículo 6.- La determinación de sumas de la Asignación Presupuestaria para cada una de las jurisdicciones se realiza conforme la metodología establecida en el Apartado II, que forma parte del presente.

Capítulo III.- De la presentación y registro de planes

Artículo 7.- Determinadas las sumas conforme el artículo anterior, las ALA podrán solicitar la asignación de los fondos correspondientes presentando ante la ANA un Plan de Fortalecimiento Institucional (desde ahora PFI) conteniendo su planificación del destino de los recursos aplicados al inciso b) del artículo 35 de la Ley y, mediante PF, PM y PC con sus Planes Operativos Anuales (POA) respectivos, el destino de los recursos aplicados al inciso a) del artículo mencionado.

El PFI es el documento que contiene los objetivos, las actividades y los medios que la ALA implementará para desarrollar y mantener una red de monitoreo y sistemas de información de sus bosques nativos y para la implementación de programas de asistencia técnica y financiera, para propender a la sustentabilidad de actividades no sostenibles desarrolladas por pequeños productores y/o comunidades indígenas y/o campesinas.

La ALA establecerá los contenidos del PFI de modo que pueda tener un desarrollo y rendición que permitan asegurar el uso y destino de los fondos de acuerdo al inciso b) del artículo 35 y al artículo 38 de la Ley. El PFI podrá ser ajustado por la ALA en acuerdo con la ANA.

A su vez, los PF, PM y PC serán priorizados en base a los criterios que la ALA establezca y comunique a la ANA, con el fin de transparentar la asignación de recursos y de enfocarlos con sentido estratégico en forma de programas de actividades orientados a cumplimentar los objetivos de la Ley.

Artículo 8.- Los beneficiarios de la Asignación Presupuestaria serán los titulares y aquellas personas físicas o jurídicas que la provincia garantice que están en posesión y en condiciones de ejecutar un plan de manejo o conservación sobre el bosque nativo, que presenten y tengan aprobado mediante acto administrativo de la ALA, un PM o PC con el correspondiente POA para el año en curso o un PF de PM o PC. Los planes podrán ser presentados mediante la forma de “Beneficiarios Agrupados”, destinados a pequeños productores, comunidades campesinas e indígenas que por cuestiones de escala, por la reducida superficie de intervención, por no contar con las capacidades financieras o administrativas necesarias o por contar con un título imperfecto se les dificulta la presentación de planes por la vía tradicional. En caso que el beneficiario fuere el Estado provincial, la aprobación también se hará mediante acto administrativo de la ALA. Los contenidos mínimos de los planes son los establecidos en los capítulos IV y V del presente.

En correspondencia con los objetivos de inclusión social planteados en la Ley, se entiende que el término “titulares” contiene a:

- Titulares de derechos reales de uso, goce o disposición.
- Comunidades Campesinas, Indígenas, Pequeños Productores y toda otra persona POSEEDORES de las tierras.
- TENEDORES de las tierras con el consentimiento expreso del propietario
- Comunidades indígenas que acrediten fehacientemente la posesión actual, tradicional y pública de la tierra.

Artículo 9.- La ALA deberá ingresar la información inherente al PFI y a cada plan en el Registro, debiendo concluir los procedimientos de carga, ajuste, revisión, aprobación y orden de prioridad de sus planes para la fecha que el COFEMA determine. Luego de esta fecha, los resúmenes de los planes aprobados que se obtengan del Registro deberán ser ratificados por

rúbrica de la ALA, notificando en carácter de declaración jurada de que los planes cumplen los contenidos del presente reglamento. En caso de considerarlo conveniente, la ANA podrá requerir a la ALA el envío de copias autenticadas de planes completos. Hasta que el Registro Nacional de Planes incorpore la funcionalidad para la carga del PFI, el mismo deberá ser remitido a la ANA en papel impreso, firmado en carácter de DDJJ por la ALA, dentro de las fechas convenidas.

Artículo 10.- La ANA verificará en el PFI y en los planes presentados por las Jurisdicciones, la observancia de la Ley y su normativa complementaria y no dará curso a la solicitud de financiamiento de planes que no se ajusten en su totalidad a lo establecido en la normativa citada.

La ANA transferirá a cada jurisdicción la totalidad de la suma asignada en concepto del inciso b) del artículo 35 de la Ley y la sumatoria resultante de lo establecido en los POA del año en curso de los respectivos PM, PC y/o PF presentados, cuya compilación queda establecida en el formulario C.

La transferencia de fondos desde la ANA a las ALA se efectivizarán desde el año 2015 solamente en cuentas especialmente habilitadas para la administración directa de éstas últimas.

Artículo 11.- Las jurisdicciones deben implementar el Régimen de Control en relación al destino de los recursos provenientes de la Asignación Presupuestaria, conforme a la normativa vigente en cada jurisdicción. La rendición de los fondos asignados en función del inciso a) del artículo 35 de la Ley ante la ANA se realizará mediante la certificación de obras, como instrumento de verificación de la ejecución de las actividades planificadas en el terreno. El Certificado de obra es el documento firmado por la ALA en carácter de DDJJ mediante el cual se certifica que las actividades planteadas fueron realizadas, que el beneficiario está manteniendo o incrementando los servicios ambientales que brindan sus bosques nativos y por lo tanto es compensado por ellos con el monto adjudicado. Los informes complementarios al certificado de obra y sus alcances y contenidos serán definidos por la ANA. La certificación de obras de un PF consistirá en la presentación del PM o PC derivados del primero.

La rendición de los fondos asignados en función del inciso b) del artículo 35 de la Ley ante la ANA consistirá en un informe anual que dé cuenta del uso de los fondos indicando las metas alcanzadas, objetivos cumplidos y actividades llevadas a cabo, en base a la planificación anteriormente plasmada en el PFI. La ANA, además, podrá realizar fiscalizaciones del cumplimiento de las metas y objetivos, corroborando la congruencia entre lo planificado y lo

realizado. El grado de detalle de los informes de rendición del PFI será establecido por la ANA, según lo dispone el Art. 38 del Decreto N° 91/09.

Artículo 12.- La ANA arbitrará los medios necesarios para efectivizar la realización de los controles de acuerdo al artículo 38 de la Ley y su Decreto.

Capítulo IV.- De los contenidos mínimos de los planes de manejo sostenible y de los planes de conservación

Artículo 13.- De los Planes de Manejo Sostenible

a) Plan de Manejo Sostenible es el documento que sintetiza la organización, medios y recursos, en el tiempo y el espacio, del aprovechamiento sostenible de los recursos forestales maderables y no maderables y servicios, en un bosque nativo o grupo de bosques nativos, para lo cual debe incluir una descripción pormenorizada del establecimiento en sus aspectos ecológicos, legales, sociales y económicos y, así como también un inventario forestal o del recurso no maderable objeto de aprovechamiento o algún otro tipo de relevamiento con un nivel de detalle tal que permita la toma de decisiones en cuanto a la silvicultura a aplicar o a las medidas a implementar según la modalidad de que se trate.

b) Los PM pueden ser presentados por los beneficiarios sólo para bosques clasificados bajo las categorías de conservación II (Amarilla) o III (Verde).

c) Los objetivos y actividades propuestas en los PM deberán asegurar:

- que el bosque no es sustituido;
- que las intervenciones son lo suficientemente moderadas como para que el bosque siga manteniendo, como mínimo, los atributos de conservación de la categoría bajo la cual ha sido clasificado;
- en caso de intervenciones que afectan los atributos de conservación en forma intensa, que el sistema pueda recuperarse (ya sea natural o artificialmente) y que dicha recuperación esté fundamentada técnicamente en el PM.

d) Los PM pueden tener las siguientes modalidades: aprovechamiento forestal (AF); aprovechamiento de productos no madereros y servicios (PNMyS); silvopastoril (SP); recuperación del potencial productivo, ya sea enriquecimiento o restauración (REC). Un mismo plan puede tener más de una modalidad.

e) Los contenidos mínimos que deben contener los PM son:

-Objetivos.

-Aspectos legales y administrativos vinculados a la naturaleza y extensión de los derechos del beneficiario.

-Descripción de antecedentes de uso del establecimiento y de las condiciones socioeconómicas de la región.

-Descripción de los recursos que serán manejados, de su entorno natural y de las limitaciones ambientales existentes, integrados a una escala de paisaje.

-Descripción del estado inicial del sistema y/o de los estados sucesivos post intervenciones a través de inventario forestal diseñado en función de los objetivos de manejo, inventario de productos forestales no madereros y/o relevamiento del estado de los servicios que brindan los bosques.

-Descripción y fundamentación del sistema de manejo (silvicultural, ganadero o el que corresponda según el recurso aprovechado), diseñado en función de la posibilidad calculada en base a la ecología del bosque y a la información obtenida de los inventarios y/o relevamientos. Debe identificar y proponer medidas de conservación para las áreas de manejo que contengan valores de conservación especiales.

-Descripción detallada de la organización económica y financiera, de los niveles de producción pretendidos en cantidad y calidad en función de la posibilidad y de la organización espaciotemporal del establecimiento.

-Descripción y justificación de las técnicas de aprovechamiento y del equipamiento utilizado.

-Descripción de la evolución esperada de los componentes del sistema que asegurarán su sustentabilidad (momentos, sitios, distribución, densidades, evolución de la regeneración, crecimientos, etc.).

-Descripción de los aspectos sociales relevantes previos al proyecto y del impacto social previsto.

-Declaración jurada por parte del titular de los impactos ambientales previstos en el plan para facilitar el análisis por parte de la ALA, quien determinará la necesidad de efectuar un estudio de impacto ambiental (EIA). En el caso que los riesgos ambientales no ameriten un EIA se incluirán en el plan de manejo las medidas preventivas y correctivas de los tratamientos que alteren el ecosistema.

-Prescripción de técnicas y medidas de protección ambiental necesarias para preservar los recursos naturales involucrados en el emprendimiento.

-Medidas para el monitoreo del estado del bosque y de los impactos ambientales ocasionados.

-Medidas de mitigación de impactos ambientales ocasionados.

-Descripción del tratamiento de residuos generados por las actividades del plan.

-Cartografía que identifique la ubicación, las vías de acceso a la propiedad, los aspectos naturales relevantes y la zonificación de las actividades a desarrollar.

Los contenidos enunciados son comunes a todas las modalidades aunque pueden tener variaciones de acuerdo a cada una de ellas. Contenidos mínimos propios de cada modalidad deberán ser definidos a nivel local contemplando las particularidades inherentes a cada una.

Artículo 14.- De los Planes de Conservación

a) Plan de Conservación es el documento que sintetiza la organización, medios y recursos, en el tiempo y en el espacio, de las medidas específicas para mantener o incrementar los atributos de conservación de un bosque nativo o grupo de bosques nativos y/o del aprovechamiento sostenible de sus recursos no maderables y servicios, para lo cual debe incluir una descripción pormenorizada del terreno forestal en sus aspectos ecológicos, legales, sociales y económicos y, en particular, un inventario forestal y/o del recurso no maderable objeto de aprovechamiento con un nivel de detalle tal que permita la toma de decisiones en cuanto a la silvicultura o conjunto de pautas de uso a aplicar en cada una de las unidades de bosque nativo. En caso de existir presencia de herbivoría, debe probarse que la carga no disminuye los valores de conservación o, en caso contrario, prever las medidas para que esto no suceda.

b) Los PC pueden ser presentados por beneficiarios para bosques clasificados en cualquier categoría de conservación.

c) Los objetivos y actividades propuestas en los PC deben asegurar:

- que no se ejecuta para aprovechar comercialmente la madera (aunque pudiera comercializarse la madera extraída con otros objetivos).

- que cualquier actividad que se realice, ya sea con fines comerciales o sin ellos, mantenga o incremente los atributos de conservación.

d) Modalidades o variantes de un PC: aprovechamiento de productos no madereros y servicios (PNMyS); mantenimiento del potencial de conservación (CON); recuperación del potencial de conservación mediante enriquecimiento, restauración u otras (REC).

e) Los contenidos mínimos que deben contener los PC son:

-Objetivos.

-Aspectos legales y administrativos vinculados a la naturaleza y extensión de los derechos del beneficiario.

-Descripción de antecedentes relacionados del establecimiento y de las condiciones socioeconómicas de la región.

-Descripción de los recursos que serán manejados para su conservación, de su entorno natural y de las limitaciones ambientales existentes, integrados a una escala de paisaje.

-Descripción del estado inicial del sistema y/o de los estados sucesivos post intervenciones a través de inventario forestal diseñado en función de los objetivos de manejo, inventario de productos forestales no madereros y/o relevamiento del estado de los servicios que brindan los bosques.

-Descripción y fundamentación del sistema de manejo para su conservación (silvicultural o el que corresponda según el recurso a conservar), diseñado en base a la ecología del bosque y a la información obtenida de los inventarios y/o relevamientos. Debe identificar y proponer medidas particulares de manejo para conservar la calidad de los ambientes de alto valor o con características especiales.

-Descripción y justificación de las técnicas a implementar y del equipamiento utilizado.

-Descripción de la evolución esperada de los componentes del sistema que asegurarán su sustentabilidad (momentos, sitios, distribución, densidades, evolución de la regeneración, crecimientos, etc).

-Descripción de los aspectos socioeconómicos relevantes previos al proyecto y del impacto social previsto.

- Declaración jurada por parte del titular de los impactos ambientales previstos en el plan para facilitar el análisis por parte de la ALA, quien determinará la necesidad de efectuar un estudio de impacto ambiental (EIA). En el caso que los riesgos ambientales no ameriten un EIA se

incluirán en el plan las medidas preventivas y correctivas de los tratamientos que alteren el ecosistema.

-Prescripción de técnicas y medidas de protección ambiental necesarias para preservar los recursos naturales involucrados en el emprendimiento.

-Medidas para el monitoreo de indicadores del estado de conservación y de los impactos ambientales ocasionados.

-Medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales ocasionados.

-Descripción del tratamiento de residuos generados por las actividades del plan.

-Cartografía que identifique la ubicación, las vías de acceso a la propiedad, los aspectos naturales relevantes y la zonificación de las actividades a desarrollar.

Los contenidos enunciados son comunes a todas las modalidades aunque pueden tener variaciones de acuerdo a cada una de ellas. Contenidos mínimos propios de cada modalidad deberán ser definidos a nivel local contemplando las particularidades inherentes a cada una.

Artículo 15.- De los Proyectos de Formulación

a) Proyecto de Formulación de PM o de PC es el documento que sintetiza la organización, medios y recursos, en el tiempo y el espacio, de las medidas específicas para elaborar un PM o un PC.

b) La duración de los PF no podrá superar el año, quedando a criterio de la ALA su extensión a 2 años en casos que lo justifiquen.

c) La finalización de los PF implica la obligatoriedad de la posterior presentación de Planes de Manejo (PM) o Planes de Conservación (PC). La ALA deberá establecer mecanismos para fijar este concepto contractualmente y solicitar a titulares con PF terminado a la presentación de un plan.

Artículo 16.- De los Planes Operativos Anuales

Plan Operativo Anual es la parte de los PM o PC que detalla las actividades a ejecutar anualmente y los medios necesarios para llevarlas a cabo. Consiste en el documento que, al describir las operaciones específicas que se desarrollan anualmente vuelven a los PM o PC “operativos” y da cumplimiento, por lo tanto, a objetivos intermedios.

Capítulo V.- Consideraciones Generales de los planes

Artículo 17.- Los titulares de acuerdo a lo expresado en el Art. 8° del presente reglamento que posean propiedades con bosques clasificados en más de una categoría de conservación podrán:

a) presentar un solo tipo de plan, el cual quedará definido por la categoría de mayor valor de conservación que posea, o b) un plan por cada categoría.

Artículo 18.- Las actividades de extensión, divulgación y educación ambiental podrán ser complementarias a cualquier tipo y modalidad de plan. De igual manera, las actividades de capacitación del personal que sean necesarias para llevar adelante las actividades planteadas deberán estar contempladas en los planes.

Artículo 19.- La ALA debe asegurar que los contenidos mínimos establecidos en este documento para cada tipo de plan estén incluidos dentro de sus normas generales para la regulación de las actividades en los bosques nativos de su jurisdicción, sin perjuicio de que otros contenidos, que no se opongan a éstos, puedan agregarse a las mismas.

Artículo 20.- La elaboración de los planes y proyectos es responsabilidad de los titulares y aquellas personas físicas o jurídicas que la provincia garantice que están en posesión y en condiciones de ejecutar un plan y debe estar avalado por un profesional competente registrado en el Registro Provincial de Profesionales. En el caso de planes con Beneficiarios Agrupados los mismos deberán acreditar ante la ALA el vínculo contractual que los une para la implementación del plan, estableciendo en dicho contrato el mecanismo de distribución de fondos entre ellos y designando un administrador de los mismos. La ALA determinará los alcances y requisitos de estos planes de acuerdo a la situación de su jurisdicción.

El documento aprobado debe quedar a resguardo de la ALA.

Artículo 21.- Considerando que los PM y los PC contienen medidas que afectan el estado y procesos ecológicos del bosque, y que éstos se recuperan en un lapso prolongado de tiempo, el horizonte de planificación de los planes debe ser plurianual, de modo que se asegure que la organización contempla la regeneración y el establecimiento del tipo de recurso sobre el que se está planificando.

Artículo 22.- Deben priorizarse planes que contengan actividades de aplicación directa sobre los bosques nativos o por lo menos planes que contengan tanto actividades de aplicación directa sobre los bosques nativos como las actividades que sean necesarias para éstas puedan llevarse a cabo. Si bien es viable incluir actividades de otra índole, siempre y cuando aporten a los

objetivos, las mismas deberían estar incluidas dentro de un plan con las características anteriores.

La ALA debe verificar que los planes contengan actividades admisibles para la modalidad indicada, excluyendo actividades que no contribuyan a los objetivos del plan o que supongan un impacto desfavorable o significativo sobre el ecosistema nativo. Asimismo, siguiendo el principio precautorio que enuncia la Ley, no deberán promoverse actividades sobre las que no estuvieran claramente definidos los umbrales aceptables de disturbio para la categoría donde se ejecutan.

Artículo 23.- Los procedimientos de aprobación de planes deben contemplar como requisito mínimo las obligaciones impuestas por la Ley y su Decreto respecto al impacto ambiental que suponen las actividades propuestas.

Artículo 24.- La ALA deberá realizar controles a campo en los establecimientos que tengan planes aprobados con fin de asegurar el correcto cumplimiento de las actividades planteadas e informar a la ANA a través de los medios dispuestos a tal fin. En los casos en que sea necesario, se deberán realizar controles previos y posteriores para poder certificar las obras y el estado del bosque nativo.

Artículo 25.- Los causales admisibles y procedimientos para realizar altas, bajas y/o modificaciones de los planes serán estipulados por la ANA en conjunto con las ALA.

«« »»

DECRETO DE LA PROVINCIA DE TIERRA DEL FUEGO N° 1073/16

MODIFICATORIO ARTÍCULO 44 DEL DECRETO REGLAMENTARIO N° 852/95

Artículo 1°. Modificar el texto del artículo 44 del Decreto Reglamentario N° 852/95 de la Ley Provincial N° 145, el cual quedara redactado de la siguiente manera: “La autoridad forestal determinará la metodología técnica para la cubicación de productos de extracción para determinación de los volúmenes de extracción que serán consignados en las Guías correspondientes para la autorización de su transporte”. Ello, por los motivos expuestos en los considerandos.

«« »»

ANEXO II. VARIABLES DASOMÉTRICAS DE USO COMÚN Y CONSIDERACIONES VINCULANTES A LA NORMATIVA FORESTAL PROVINCIAL

1. Unidades administrativas y silvícolas

El plan de corta forestal se encuentra enmarcado en un plan integral de manejo y corresponde a un área cuya evaluación consideró viable la realización de un inventario forestal a los fines de implementar un aprovechamiento forestal.

El área sujeta a inventario forestal debe consignar las siguientes unidades administrativas:

- (a) Cuartel. Comprende una extensión de bosque bajo una misma vía de saca de la red, posee fines económicos particulares y cada cuartel responde al cumplimiento de objetivos de ordenación. Se pueden distinguir cuarteles de producción (la renta son los productos y subproductos del bosque), de protección (en relación a las categorías de bosques de la Ley N° 145/94), recreación y turismo (se prioriza la calidad del área para expansión y disfrute de la sociedad), mixto (pueden existir cuarteles donde coexisten áreas con objetivos distintos, sean complementarios o no).
- (b) Cantón. Corresponden a unidades de bosques que representan la superficie mínima para el proyecto forestal y resultante de la división del cuartel. Para la delimitación de los cantones debe tenerse presente que: (i) deben ser permanentes y por tal sus límites están definidos por líneas naturales o artificiales fijas. En la montaña su forma se adapta a la topografía y en terrenos llanos tendrá forma regular (tal que facilite la ordenación); (ii) deben tener “cierta” homogeneidad en la composición del bosque, especialmente en lo que respecta a diferencias en la calidad de sitio. Debe evitarse un grado excesivo de detalle que conduzca a unidades pequeñas que compliquen la ordenación; (iii) responderán a condiciones de acceso uniformes; (iv) la superficie del cantón puede ser muy variable de acuerdo a la intensidad de la ordenación y las características del bosques, son unidades mínimas inventariables.

Una vez realizado el análisis de los resultados del inventario forestal y según la capacidad operativa del proyecto forestal la planificación silvícola debe consignar las siguientes unidades de planificación silvícola:

- (c) Tranzón. Corresponde a la superficie de corta anual del proyecto forestal.
- (d) Rodal. Son las unidades transitorias de tratamiento silvícola y producción uniforme. Su división se basa en caracteres estructurales del bosque, distintivos del que los rodea. La propuesta para rodal consiste en que la misma se clasifique de acuerdo a la calidad de sitio (Martínez Pastur et al., 1997) en: rodal CS I (altura dominante $> 27,5$ m); rodal CS II (altura dominante > 24 y $\leq 27,5$ m); rodal CS III (altura dominante $> 20,5$ y ≤ 24 m); rodal CS IV (altura dominante > 17 y $\leq 20,5$ m); rodal CS V (altura dominante < 17 m). A los fines de la planificación forestal un rodal con una determinada calidad de sitio no implica que el mismo deberá ser cosechado en un mismo período de tiempo, el responsable técnico en función al volumen potencial de cosecha podrá realizar las divisiones necesarias con criterio de producción sostenida en el tiempo, duración del plan de cosecha forestal así como de posibilidades de operatividad de la cosecha.
- (e) Unidades de manejo forestal. Una vez planificados los tranzones con sus respectivos rodales, se conforma la unidad de manejo para un año calendario de trabajo. A fin de contar con mayor información a escala de rodal, dicha unidad se clasifica en; (i) subunidad de intervención silvícola (SIS), corresponde al área neta de aprovechamiento forestal; (ii) subunidad de protección (SP), corresponde a sectores de bosques que cumplimentan los bosques de protección por lagos, lagunas, cursos de agua, ruta provincial y ruta nacional (Art. N° 2, Decreto N° 852/95); (iii) subunidad de conservación (SC), corresponde a sectores de bosques clasificados Categoría I (Ley N° 869/12) y/o consideraciones técnicas que ameriten dicha clasificación (sistemas de retención en agregados); (iv) subunidad de infraestructura (SI), corresponde a caminos de primer y segundo orden, lugares de acopio (canchones) y toda obra de arte que implica la remoción total del suelo y la mantención de dichas condiciones de manera permanente.

2. Requerimientos básicos para la elaboración del Plan de Cosecha Forestal

La planificación del proyecto forestal a través de un plan de cosecha forestal se presenta en una primer tabla titulada “Estructura Forestal y Potencialidad Maderera” con detalles de la distribución de los rodales en función al tiempo propuesto para el plan de cosecha. La información que se requiere en dicha escala es la siguiente:

- *Período Forestal (PF)*, corresponde al período administrativo de corta de la provincia que, inicia cada 1° de mayo y finaliza el 30 de abril del año siguiente.

- *Tranzón (Tr)*, corresponde a la superficie total anual de corta y se simboliza en orden secuencial con numeración romana.
- *Superficie SIS (Sup SIS)*, superficie de la subunidad de intervención silvícola en hectáreas.
- *Superficie SP (Sup SP)*, superficie de la subunidad de protección en hectáreas.
- *Superficie SC (Sup SC)*, superficie de la subunidad de conservación en hectáreas.
- *Superficie SI (Sup SI)*, superficie de la subunidad de infraestructura en hectáreas.
- *Calidad de sitio (CS)*, denominación de calidad de sitio.
- *Fase de desarrollo (FD)*, denominación de la fase de desarrollo predominante.
- *Clase natural de edad (CN)*, denominación abreviada de la clase de edad predominante.
- *Tratamiento silvícola (TS)*, denominación abreviada de tratamiento silvícola.
- *Área basal total (ABt)*, valor de la variable en $\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$
- *Área basal remanente (ABr)*, valor de la variable en $\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$
- *Porcentaje de maderabilidad del ABr (M_ABr)*, valor de la variable en %
- *Clase diámetrica media (CDM)*, valor de la variable en cm
- *Volumen Total (VTCC)*, valor de la variable en $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$
- *Volumen maderable (VVSC)*, valor de la variable en $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$

La segunda tabla requiere ser titulada “Regeneración natural”, la información será presentada a escala de rodal;

- *Rodal (Rod)*, denominación del rodal
- *Superficie (Sup)*, superficie del rodal en hectáreas
- *Densidad de regeneración (N_rg)*: valor de dicha variable en n plantas ha^{-1}
- *Altura media de regeneración (H_rg)*: valor de la variable en cm
- *Daños en la regeneración (D_rg)*: valor de la variable en %

3. Condiciones para la evaluación de marcaciones silvícolas y finalización de la cosecha forestal

Las actividades técnicas y administrativas anuales denominadas usualmente como “fiscalización” implican las actuaciones de: (i) chequeo de marcación silvícola y, (ii) frente de cosecha forestal y cierre de áreas, cuya finalidad es la habilitación formal de las áreas de cosecha forestal. Existe información requerida que se ha informado en la elaboración de un

PCF, sin embargo la escala de manejo a nivel de rodal es la definitiva y la que brinda la información más detallada y precisa. La información general que se requiere con sus correspondientes ajustes a escala de rodal es la siguiente:

- *Período Forestal (PF).*
- *Tranzón (Tr).*
- *Superficie SIS (Sup SIS).*
- *Superficie SP (Sup SP).*
- *Superficie SC (Sup SC).*
- *Superficie SI (Sup SI).*
- *Calidad de sitio (CS).*
- *Fase de desarrollo (FD).*
- *Tratamiento silvícola (TS).*

Las variables utilizadas a los fines de evaluar la marcación silvícola corresponden a:

- *Área basal total (ABt)*
- *Área basal marcada (ABm)*, corresponde al área basal que se encuentra identificada con un anillado realizado con color vistoso y que materializa el ABr.
- *Volumen Total (VTCC)*, con ajuste a escala de rodal.
- *Volumen maderable (VVSC)*, con ajuste a escala de rodal.

Para evaluar la finalización de la cosecha forestal se requiere la siguiente información:

- *Área basal marcada (ABm)*, corresponde a los árboles marcados con anillado de la marcación silvícola.
- *Área basal no aprovechada (ABn)*, corresponde a los árboles no marcados y que debían ser cosechados durante la faena forestal.
- *Grado de daños (GD) (%)*, comprende el registro de daños causados por las tareas de arrastre de fustes en la base y fuste de los árboles remanentes y, en las copas de los mismos debido al volteo.
- *Volumen desechado (Vdes) (m³ ha⁻¹)*, comprende a los rollizos que fueron apeados, saneados y que han quedado dentro de las SIS.
- *Superficie cosechada (%)*, del total del rodal habilitado para la cosecha se determina la superficie realmente aprovechada.

4. Condiciones para realizar el monitoreo forestal

El objetivo del monitoreo es evaluar la dinámica post cosecha de la estructura forestal (estructura original, cosechada, remanente, dañada, actual) y regeneración natural hasta el momento en que se considere necesario realizar la conducción de la masa juvenil a través de tratamientos intermedios. La información requerida para evaluar la estructura forestal es la siguiente:

- *Área basal total (ABt).*
- *Diámetro medio (DM) (cm)*
- *Volumen total (VTCC) ($m^3 ha^{-1}$)*
- *Volumen maderable (VVSC) ($m^3 ha^{-1}$)*
- *Grado de maderabilidad (GM) (%)*
- *Grado de daños (GD) (%)*

En el monitoreo forestal se continúa con el registro de datos de la regeneración natural, se requiere lo siguiente:

- *Densidad (Npl) (miles pl ha^{-1})*
- *Altura media (Hpl) (m)*
- *Daños (D) (%)*

5. Variables dasométricas de uso común y operativo

5.1 Variables de registro para la estructura forestal

- *Frecuencia de individuos total (nT)*, se realiza el conteo de todos los individuos que conforman el punto de muestreo. Se cuentan como un (1) aquellos árboles que ingresan al conteo, o medio (0,5) si el árbol es dudoso de ingresar en el conteo. El mismo consiste en la proyección de bordes laterales del dendrómetro con los bordes del árbol, en caso de que ambos coincidan se considera que el árbol ingresa en el conteo.
- *Frecuencia de individuos maderables (nM)*, se contabilizan los individuos que a juicio del técnico presentan aptitud maderera.
- *Frecuencia de individuos marcados (nMar)*, se contabilizan los individuos que se encuentran identificados con un anillado en el fuste y que resulta de realizada una marcación silvícola.
- *Clase diamétrica media (CDm)*, para cada individuo se estima el valor medio del DAP.

- *Altura total dominante (Ht)*, se registra la altura total de un individuo que pertenece a la clase social dominante del área de muestreo. Dicho árbol dominante no necesariamente debe estar dentro de la parcela de muestreo sino que puede encontrarse próxima a la misma.
- *Fase de desarrollo (FD)*, para cada individuo se determina la fase de desarrollo.
- *Clase natural de edad (CN)*, se determina la clase predominante para cada parcela.
- *Daños_es (D_es)*, se registran los daños en la base, fuste y copa de los árboles luego de la cosecha forestal.

2.2 Variables de registro para la regeneración natural

- *Cantidad de plantas (Npl)*, se contabilizan las plantas de *N. pumilio* mayores a un año de vida.
- *Altura media (Hpl)*, se realiza la medición de altura (cm) de la muestra de plantas contabilizadas.
- *Daños_pl (D_pl)*, se estima un porcentaje (%) de la muestra de plantas que tienen evidencia de daños mecánicos, físicos y por herbivoría.

«« «»»

PUBLICACIONES Y EXPOSICIONES SURGIDAS DE ESTA TESIS

Paredes, Dardo; Quiroz, D.; Martínez Pastur, G.; Lencinas, M. V.; Ojeda, J.; Parodi, M.; Farina, S.; Cellini, J. M. 2017. Estructura Forestal y dinámica de la regeneración luego de 10 años de la cosecha forestal bajo cortas diseminatorias en tres zonas geográficas de Tierra del Fuego, Argentina. VI Seminario de Silvicultura, Manejo y Conservación de *Nothofagus*. Universidad Nacional de la Plata, Buenos Aires. 10 de agosto de 2017.

Paredes, Dardo; Quiroz, D.; Martínez Pastur, G.; Ojeda, J.; Parodi, M.; Farina, S.; Cellini, J. M. 2019. Cortas de Protección en Tierra del Fuego: ¿Qué había, que se cortó y que quedó?. IV Jornadas Forestales de Patagonia Sur. Ushuaia, Tierra del Fuego. 22 al 26 de abril de 2019.

Paredes, D., Cellini, J. M., Lencinas, M. V., Parodi, M., Quiroz, D., Ojeda, J., Martínez Pastur, G. 2020. Influencia del paisaje en las cortas de protección en bosques de *Nothofagus pumilio* en Tierra del Fuego, Argentina: Cambios en la estructura forestal y respuesta de la regeneración. *Bosque (Valdivia)* 41(1), 55-64.

Paredes, Dardo; Martínez Pastur, G.; Cellini, J. M.; Parodi, M.; Ojeda, J.; Fagnani, A.; Trangoni, F.; Farina, S. 2022. Dinámica de la regeneración natural post cosecha en bosques de Lenga bajo cortas de protección en distintas zonas naturales de Tierra del Fuego. VI Jornadas Forestales Patagónicas. Bariloche, Rio Negro. 30 de marzo al 01 de Abril de 2022.

Paredes, Dardo; Parodi, M.; Fagnani, A.; Ojeda, J.; Trangoni, F.; Schron, H.; Farina, S.; Martínez Pastur, G.; Cellini, J. M. 2023. Dinámica de la regeneración natural de Lenga en el corto plazo luego de la cosecha forestal en bosques de producción de Tierra del Fuego. VIII Congreso Forestal Latinoamericano y V Congreso Forestal Argentino. Ciudad de Mendoza. 27 al 30 de marzo de 2023.

«« «»»