

## INDICE GENERAL

INDICE	1
1. ASPECTOS LEGALES Y ADMINISTRATIVOS VINCULADOS A LA NATURALEZA Y EXTENSIÓN DE LOS DERECHOS DEL PROPIETARIO.	4
2. DESCRIPCIÓN DE ANTECEDENTES RELACIONADOS AL USO DE LA TIERRA Y DE LAS CONDICIONES SOCIOECONÓMICAS DE LA REGIÓN.	4
2.1 Uso de la Tierra	4
2.2 Condiciones socioeconómicas de la región	5
3. DESCRIPCIÓN DE LOS RECURSOS QUE SERÁN MANEJADOS, DE SU ENTORNO NATURAL Y DE LAS LIMITACIONES AMBIENTALES EXISTENTES	6
3.1 Aspectos Ecológicos	6
3.1.1 Regiones Fitogeográficas	6
3.1.2 Características bioclimáticas	10
3.1.3 Suelo	13
3.2 Incendios Forestales y estrategias de recuperación del ecosistema forestal	14
4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE RESTAURACIÓN	19
4.1 Unidad de Restauración	19
4.2 Matriz de Zonificación	21
4.2.1 Revisión Bibliográfica de Criterios y Elementos Identificados	23
4.2.2 Elaboración de una escala de criterios con los valores condicionantes para cada elemento.	27
4.2.3 Identificación en información cartográfica de las superficies de actuación anual para la 1° etapa y 2° etapa del Plan	30
4.3 Núcleos de Regeneración	30
4.3.1 Estado general del sector de plantación en núcleos de regeneración	31
4.3.2 Patrón de distribución de núcleos en las unidades de restauración.	33
4.3.3 Plantación	35
4.3.4 Cronograma de Actividades	36
4.4 Vivero	38
4.4.1 Ecofisiología del cultivo de <i>Nothofagus pumilio</i>	43
4.4.2 Tratamientos Pre-germinativos	48
4.4.3 Siembra	50
4.4.4 Modelo de Crecimiento y Etapas de Cultivo	53
4.4.5 Semillas de <i>Nothofagus pumilio</i>	61
4.4.6 Sitios y Método de Recolección de Semillas	63
4.4.7 Atributos de la Semilla	67
4.4.8 Sustrato	72
4.4.9 Contenedor	83
4.4.10 Riego y Fertilización	89
5. Descripción de la organización económica y financiera, de los niveles de producción pretendidos en cantidad y calidad.	101
6. Descripción de los aspectos sociales relevantes previos al proyecto y del impacto social	107
6.2 Aspectos sociales en Tolhuin	108

7. Impacto ambiental	109
7.1 Medidas Preventivas y correctivas	110
7.1.1 Medio Ambiente Físico	110
7.1.2 Medio Ambiente Biológico Terrestre	111
7.2 Prescripción de técnicas y medidas de protección ambiental	111
7.2.1 De las tareas de marcación de las unidades de restauración	111
7.2.2 Del acondicionamiento de caminos, canchones y picadas	112
7.2.3 De las tareas de plantación	112
7.2.4 De las superficies restauradas	112
7.2.5 De las actividades de extensión y educación ambiental	112
13. Medidas para el monitoreo del estado del bosque	113
15. Descripción del tratamiento de residuos generados por las actividades del plan	115
BIBLIOGRAFIA	119

## INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Decreto N° 2502/2002 del Boletín Oficial N° 1631.	
Anexo 2: Informe Interno Dirección General de Bosques sobre el estado de aprovechamiento del Plan de Manejo Lote 93.	
Anexo 3: Evaluación de los bosques afectados por los incendios forestales del 5 y 6 de diciembre en la zona este La Correntina.	
Anexo 4: Cartografía de las superficies de actuación anual para la 1° etapa y 2° etapa del Plan.	

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Superficie de bosques en Tierra del Fuego AeIAS por composición de especies.	8
Tabla 2: Superficie de bosques en Tierra del Fuego AeIAS por clasificación de uso.	8
Tabla 3-4: Monitoreo del estado del bosque afectado por el incendio forestal de diciembre de 2008.	16-17
Tabla 5: Estructura vertical de intervención en el Plan de Restauración de la Reserva Ftal. de Producción del Lote 93.	21
Tabla 6: Aspectos ecológicos, topográficos y climáticos abordados para la zonificación de superficie de bosque degradado posibles de intervención en el Lote 93.	29
Tabla 7: valores establecidos para la tarea de plantación llevada a cabo por la DGB, con fines de restauración durante el presente año.	33
Tabla 8: Cronograma de actividades de tareas de restauración.	37
Tabla 9: Cronograma de actividades del vivero forestal Tolhuin.	38
Tabla 10: Valores técnicos de bandeja almaciguera.	51
Tabla 11: Fenología de <i>Nothofagus pumilo</i> (lenga) y <i>Nothofagus antartica</i> (ñire).	62
Tabla 12: : Producción de semilla de <i>Nothofagus pumilo</i> en regiones continentales de Chile e insulares de Chile y Argentina	63
Tabla 14: Datos de calidad de semilla de <i>Nothofagus pumilo</i> de diferentes procedencia y año.	70

Tabla 15: Valores relativos de las propiedades físicas de componentes principales de sustratos en viveros forestales.	75
Tabla 16: Clasificación de calidad para algunos componentes de sustrato	80
Tabla 17: Principales ventajas y desventajas operativas en la producción de plantas en contenedores.	83
Tabla 18: Rangos de conductividad eléctrica (CE).	89
Tabla 19: Planificación temporal del periodo de cultivo y de las fases involucradas.	96
Tabla 20: Dimensionamiento de vivero Ftal. Necesidad de plantas y Semillas para sendos periodos.	97
Tabla 21: Red de cosecha de semillas. Necesidad de redes a colocar para abastecimiento de semillas en cada etapa.	98
Tabla 22: Calculo de la superficie de cultivo necesaria para almacigueras y bandejas de cultivo por etapa de plan.	99
Tabla 23: Calculo de superficie y bandejas de cultivo ajustado al dimensionamiento del invernadero. N° de naves a instala para las etapas en función de los contenedores propuestos.	100
Tabla 24: Calculo de sustratos para las etapas del plan y de los contenedores propuestos.	101
Tabla 25: Inversiones del plan para la restauración de la reserva Ftal. de producción - lote 93.	102
Tabla 26: Gastos en recursos humanos y servicios de plantación del plan para la restauración de la reserva Ftal. de producción - lote 93.	103
Tabla 27: Gastos en insumos de producción del plan para la restauración de la reserva Ftal. de producción - lote 93.	103
Tabla 28: gastos de movilidad del plan para la restauración de la reserva Ftal. de producción - lote 93.	104
Tabla 29: Amortizaciones de las inversiones del plan para la restauración de la reserva Ftal. De producción - lote 93.	105
Tabla 30: Flujo de fondos del plan para la restauración de la reserva Ftal. De producción - lote 93.	106

## **TÍTULO:**

**Plan de Manejo Sostenible, Plan de Conservación y Proyecto de Formulación de Plan de Manejo Sostenible o de Plan de Conservación de Bosques Nativos.**

**CATEGORÍA:** El Plan de Manejo se lleva a cabo en Bosques Categoría Amarilla de acuerdo a la Ley Provincial N° 869 de Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos de la Provincia de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur.

**MODALIDAD:** RESTAURACIÓN (REC)

## **CONTENIDO DEL PLAN DE RESTAURACIÓN:**

### **1. ASPECTOS LEGALES Y ADMINISTRATIVOS VINCULADOS A LA NATURALEZA Y EXTENSIÓN DE LOS DERECHOS DEL PROPIETARIO**

A través del Decreto N° 2502/2002 de la Provincia de Tierra del Fuego AeIAS se constituyen las Reservas Forestales Fagnano Oeste, Bombilla, Lago Escondido, Río Miln, Río Valdez, Lainez, Lote 93, Río Irigoyen y Malenguena, siendo tierras fiscales delimitadas en plano cartográfico de Dominio de los Bosques de Tierra del Fuego obrantes en el Expediente N° 5303/2001 del Registro de la Gobernación.

Se adjunta Decreto N° 2502/2002 del Boletín Oficial N° 1631 en Anexo 1.

### **2. DESCRIPCIÓN DE ANTECEDENTES RELACIONADOS AL USO DE LA TIERRA Y DE LAS CONDICIONES SOCIOECONÓMICAS DE LA REGIÓN.**

#### **2.1 Uso de la Tierra**

La Reserva Forestal Lote 93 presenta un uso de la tierra netamente forestal. A partir del año 1998 la Dirección de Bosques habilita el aprovechamiento forestal al permisionario Bronzovich Hnos. La empresa a través de su Representante Técnico realizan el aprovechamiento del bosque primario a través de cortas diseminatorias y las actividades del plan de manejo se iniciaron en Setiembre de 1998. Los primeros tranzones corresponden al actual sector de restauración 1.

De acuerdo a los informes de marcación silvícolas obrantes en Expediente 6716/96, las estructuras iniciales correspondían en su mayoría a oquedales sobre fustales altos y el área basal remanente de las intervenciones se encontraban por encima de los 30 m<sup>2</sup>/ha.

En el año 2004 la Dirección General de Bosques realiza la evaluación post aprovechamiento a fin de determinar la respuesta de la regeneración al tratamiento propuesto. Los resultados resultaron positivos en relación a la regeneración establecida. Si bien el área basal remanente tuvo diferencias significativas en cuanto a lo estipulado en las marcaciones de presentación las mismas condujeron a observar que el bosque se encontraba sobre aprovechado. Al mismo tiempo se consideró el efecto del viento en el volteo de algunos individuos remanentes. Por otro lado, se calificaron áreas como sub aprovechadas donde no se terminó de aplicar el tratamiento propuesto. De acuerdo a Informe de Estado de aprovechamiento del Plan de Manejo Lote 93, el uso forestal en

dicho lugar ha sido parcial, existiendo un potencial productivo en recuperación de madera acancheda y sectores de bosque en pie sin cumplimentar el tratamiento silvícola prescrito por el permisionario.

A partir de la apertura del camino para el aprovechamiento forestal de Bronzovich Hnos, se constituye la Ruta Provincial N° 23 facilitando el ingreso al bosque primario. Tal como ha sucedido en otras regiones, se ha producido el ingreso de puesteros para la cría de ganado bovino y de solicitudes para la explotación de turberas. La Provincia de Tierra del Fuego AeIAS se encuentra en proceso de regularización de solicitud de tierras para uso ganadero.

Se adjunta Informe Interno Dirección General de Bosques en Anexo 2.

## 2.2 Condiciones socioeconómicas de la región

La Reserva Forestal Lote 93, se constituye como cuartel de bosque fiscal a partir del Decreto N° 2502/2002. Por lo tanto de reciente regularización en cuanto a derechos de la provincia.

El ingreso al bosque por parte de un permisionario forestal inscripto en los registros de productores forestales de la provincia y por ende, la facilidad de acceso al bosque por parte de interesados en la cría de ganado y explotación de turberas de residentes de la Comuna de Tolhuin, distante a solo 30 km del centro urbano, ha permitido en desarrollo de una actividad primaria de uso de los recursos naturales.

A partir del año 2005 se realiza una regularización de actores interesados en el uso del bosque, en primer lugar denominado "leñateros", en muchos de los casos operarios de aprovechamiento forestal de Bronzovich Hnos., y quienes son inscriptos en los registros de la Dirección General de Bosques como Pequeños Productores Forestales. Inicialmente, los mismos se encontraban interesados en el uso de leña para el suministro de energía cuya demanda resultaba de pobladores de la comuna de Tolhuin. Al mismo tiempo, y observando en muchos de los casos que los aprovechamientos forestales de los obreros dejaban ejemplares en pie, de buen fenotipo para el aprovechamiento de madera y, por lo tanto, no cumplimentando el tratamiento silvicultural propuesto en los planes de manejo, la Dirección General de Bosques habilitó la intervención de los pequeños productores forestales en sectores de bosque en pie y con aprovechamientos anteriores por parte de obreros forestales con la finalidad de cumplimentar los tratamientos silvícolas. De esta manera, y con la posibilidad de ingreso a la Reserva Forestal Lote 93 a través de la Ruta Provincial 23 se incrementó la actividad primaria de uso del bosque.

Para el año 2005 se encontraban asentados en Tolhuin, 15 aserraderos contribuyendo al sector productivo industrial de la comuna de Tolhuin. Tanto obreros forestales como pequeños productores forestales residen permanentemente en Tolhuin. La generación de empleo directo formal e informal, favorece un flujo de dinero interno lo cual ha resultado positivo para la comuna, incrementando exponencialmente su población en los últimos censos de población.

### **3. DESCRIPCION DE LOS RECURSOS QUE SERÁN MANEJADOS, DE SU ENTORNO NATURAL Y DE LAS LIMITACIONES AMBIENTALES EXISTENTES**

#### **3.1 Aspectos Ecológicos**

##### ***3.1.1 Regiones Fitogeográficas:***

El bosque nativo presente en la Región Andino Patagónica se desarrolla desde la Provincia de Neuquén y Rio Negro hasta el territorio insular de la Provincia de Tierra del Fuego AeIAS. En su totalidad, el bosque Andino Patagónico posee un total de 1.985.494 hectáreas (Bava, 1998).

La provincia de Tierra del Fuego AeIAS se compone de tres diferentes partes: la Isla Grande de Tierra del Fuego, el sector argentino de la Antártida y archipiélagos menores del Atlántico Sur. Cuando se menciona la "Isla Grande de Tierra del Fuego" se hace referencia al sector occidental que pertenece a Chile y el sector oriental que pertenece a Argentina.

El sector argentino se encuentra entre los 52° y 56° de latitud sur, y los 63° y 75° de longitud oeste, con una superficie de 20.180 km<sup>2</sup>. 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'. La masa boscosa de Tierra del Fuego, cubre el 35% de la superficie de la parte argentina de la Isla Grande de Tierra del Fuego en la denominada provincia subantártica o distrito magallánico de la provincia fitogeográfica patagónica (Allué et al, 2010).

En la isla el bosque está compuesto en su mayoría por el género *Nothofagus*, siendo las tres principales especies: *N. pumilio* (Lenga); *N. antartica* (Ñire) y *N. betuloides* (Guindo fueguino). Fangi y Barrera (2004) destacan que el aspecto de la vegetación está fuertemente influenciado por el ambiente y por ello su estructura es variable en función a las condiciones ecológicas rigurosas mas o menos permanentes y a los disturbios producidos en los distintos hábitats. Moore (1983) define la región en base a la vegetación presente y sus cambios fisionómicos y florísticos con cuatro tipos de vegetación: la estepa patagónica, los bosques deciduos, los bosques siempreverdes y la vegetación de alta montaña en los sistemas de mayor altitud.

En Tierra del Fuego AeIAS las distintas regiones son definidas en: Estepa Magallánica; Ecotono estepa-bosque, Region Cordillerana y Región de los turbales (Collado, 2005-2007).

Las siguientes caracterizaciones de las regiones fitogeográficas de Tierra del Fuego son descriptas según Allué et al (2010);

La zona norte o estepa magallánica se extiende desde el Estrecho de Magallanes por el norte, hasta algo más del sur del rio Grande, como límite sur. Posee una topografía de planicies elevadas y cañadones de dirección predominante oeste-este. Desprovisto por completo de árboles, el paisaje vegetal más característico es el coironal, un pastizal duriherboso, constituido mayoritariamente por la gramínea *Festuca gracillima*, que crece agrupada en matas dispersas, más abundante en el sector sur.

La región del ecotono bosque-estepa se extiende al sur de la estepa, como una franja de mayor anchura hacia el este que hacia el oeste. Ocupa el 25 % de la superficie total boscosa de la provincia argentina. El bosque es caducifolio y está representado mayoritariamente por *Nothofagus antartica* (Ñire), con alguna inclusión menor de *N. pumilio* (lenga). Los bosques ocupan las lomas y sitios más elevados, mientras que las zonas bajas, más proclives al encharcamiento temporal o al embolsamiento de aire frío, son ocupadas por vegetación herbácea. Esta distribución genera un mosaico de isletas boscosas y praderas que determinan un paisaje de características particularmente pintorescas y vocación silvopastoril. El ñire es un árbol de ramosidad muy intrincada desde el suelo y de altura menor a la lenga y de una asombrosa plasticidad ecológica. En la Isla se encuentran ejemplares de ñire de alturas superiores a las que se dan en el continente, donde no suelen superar los 6 metros.

La región cordillerana se extiende al sur de la zona de ecotono hasta el canal de Beagle y desde el límite con Chile por el oeste, hasta aproximadamente los 66° 20'. La topografía es netamente montañosa y está determinada por la alternancia de grandes sierras y valles de modelado glaciar con dirección oeste-este, con escarpadas montañas de hasta 1.400 m. El relieve se va haciendo más bajo y menos abrupto a medida que avanzamos hacia el este. Del total de la superficie de esta región, un 40% se encuentra ocupada por turbales en los fondos de los valles, vegetación de alta montaña y roca desnuda por encima de los 500-600 msnm. Se extiende al sur de la zona de ecotono hasta el canal de Beagle y desde el límite con Chile por el oeste, hasta aproximadamente los 66° 20'. La topografía es netamente montañosa y está determinada por la alternancia de grandes sierras y valles de modelado glaciar con dirección oeste-este, con escarpadas montañas de hasta 1.400 m. El relieve se va haciendo más bajo y menos abrupto a medida que avanzamos hacia el este. Del total de la superficie de esta región, un 40% se encuentra ocupada por turbales en los fondos de los valles, vegetación de alta montaña y roca desnuda por encima de los 500-600 msnm.

La región está ocupada un 75 a 80% por formaciones monoespecíficas de *N. pumilio* (Lenga) hasta los aproximadamente 600 metros de altitud alcanzando en este límite su mejor expresión y adaptación. El bosque forma en la transición con la vegetación de alta montaña, un estrecho cinturón de una decenas de metros, donde baja abruptamente su altura y crece en forma achaparrada, siendo sustituido en altura por formaciones herbáceas y de arbustos rastreros como *Empetrum rubrum* o almohadillados como *Bolax gummifera*. Un 25% lo ocupan bosques siempreverdes de *N. betuloides* (guindo o coigüe de Magallanes) en sectores donde las condiciones ecológicas son las más favorables, resultando más dominante conforme se acerca a la costa del canal de Beagle, a favor de mayores precipitaciones y menores oscilaciones térmicas, pero también puede dominar en algunas ubicaciones cercanas a grandes masas de agua interiores, como es el caso de los márgenes del Lago Fagnano, que reproducen a menor escala las citadas condiciones climáticas.

La tendencia anterior se hace más palpable todavía en una faja muy estrecha sobre el canal de Beagle, situada a escasa altitud, aproximadamente hasta los 200 m en donde la humedad es aún mayor, las temperaturas son menos extremas y las heladas menos frecuentes. En ella el guindo es la especie dominante de la formación, participada en distintas proporciones con especies de hoja ancha y perenne como *Drimys winteri* (canelo), *Maytenus magellanica* (leña dura) y *Embothrium coccineum* (notro) en lo que

parecen las últimas manifestaciones hacia el este de los denominados bosques perennifolios magallánicos que presentan su óptimo en la zona de los archipiélagos magallánicos chilenos bajo macrobioclima templado hiperhúmedo en forma de bosques siempreverdes microfilos.

La región de los turbales está ubicada en el extremo sureste de la Isla Grande, este sector también conocido como península Mitre, presenta una topografía menos escarpada que la región contigua occidental de la Cordillera. En ella predominan las planicies onduladas y las colinas de cimas redondeadas y altitudes inferiores a los 500 metros. Este relieve, unido a las fuertes precipitaciones, solo superadas por algunas áreas al oeste de Ushuaia, es responsable de notables acumulaciones de agua en el sustrato, provocando fuertes azonalidades edáficas que se traducen en una extensa superficie cubierta por turberas de diferentes tipos, entre las que se destacan las de *Sphagnum magellanicum*, las de *Astelia pumilia* y las de briales, que cubren más de la mitad de la superficie de la región. A estas azonalidades edáficas hay que añadir los fuertes vientos dominantes principalmente de componente suroeste.

El bosque queda circunscripto a las áreas mejor drenadas, con *N. betuloides* como especie dominante en la mayor parte de los casos. En el sector norte son más frecuentes los bosques monoespecíficos de guindo mientras que en el sector sur de la región y a menor altitud son más comunes los bosques mixtos de guindo con *Drymis winteri*.

De acuerdo al Inventario de la Provincia de Tierra del Fuego la superficie forestal en Tierra del Fuego AeIAS es de 712.153 hectáreas. La composición de especies es la siguiente:

Composición	Superficie(Ha)	Proporción (%)
Bosque de <i>Nothofagus</i>	712.153,39	100
Bosque de Ñire	181.492,96	25,49
Bosque de Lenga	316.977,39	44,51
Bosque Mixto	192.438,95	27,02

TABLA 1: SUPERFICIE DE BOSQUES EN TIERRA DEL FUEGO AEIAS POR COMPOSICIÓN DE ESPECIES (COLLADO, 2002)

Las regiones de mayor importancia desde la perspectiva forestal corresponden a la región cordillerana y ecotono. Los bosques en estas regiones se ubican en la zona sur de la Isla, desde la costa del Canal de Beagle hasta aproximadamente el paralelo 54° S, al sur de la ciudad de Rio Grande, Argentina.

El bosque de *Nothofagus* ha sido clasificado de acuerdo a la Ley Forestal N° 145 de la Provincia de Tierra del Fuego AeIAS en: bosques de producción, de protección, degradados, especiales, experimentales y permanentes (Parque Nacional).

Clasificación	Superficie(Ha)	Proporción (%)
Bosque de producción	213.715,18	30,01
Bosque de protección	267.910,73	37,62
Bosques permanentes	25.402,44	3,57
Bosque degradado	22.180,17	2,97
Bosques especiales	2.253,74	0,32
Bosque experimental	197,99	0,03

TABLA 2: SUPERFICIE DE BOSQUES EN TIERRA DEL FUEGO AEIAS POR CLASIFICACIÓN DE USO (COLLADO, 2002).



Después de las glaciaciones, se han sucedido cambios climáticos que trajeron como consecuencia constantes desplazamientos entre el bosque (hoy limitado al sur de la Isla Grande) y la estepa. En las épocas de máxima dispersión del bosque, toda la Isla Grande habría estado cubierta de bosques, con excepción de los picos montañosos y algunos sectores del norte de la isla. La actual distribución del bosque responde a causas climáticas, aunque en muchas zonas influyen aspectos edáficos (Bava, 1998).

Las caídas de árboles en el bosque de lenga provoca una característica de irregularidad en el microrelieve del suelo forestal. Al levantarse las raíces se expone suelo mineral a la superficie. Este proceso tiene lugar en forma continua en todo el bosque con una dinámica que depende de las condiciones del suelo, de las características del rodal y de la exposición a vientos fuertes. Este fenómeno tiene lugar generalmente por caída de árboles aislados, pero también por eventuales catástrofes que afectan a grandes superficies. Con la caída, los árboles levantan una cantidad de tierra adherida al “plato” de raíces, que depende de la profundidad de arraigamiento que haya tenido la planta. Paralelamente, se forma un hueco en el piso forestal, con suelo mineral descubierto y desprovisto de regeneración y de mantillo.

Con el paso del tiempo, el árbol caído se va degradando. Este proceso es muy lento y su duración depende en forma exponencial de las dimensiones del leño. De esta forma, la copa se degrada antes que el tronco, y las raíces se descomponen dando lugar a un montículo de tierra y raíces gruesas de tamaño variable. Los troncos caídos, donde se reconoce el montículo originado por las raíces y no es posible identificar la copa, permanecen muchos años en el bosque y esto es también característico del suelo forestal fueguino. Mientras tanto, el hueco de suelo mineral expuesto es cubierto de hojarasca y comienza a enriquecerse ya desde el primer año, a la vez que empieza a albergar regeneración.

En este proceso continuo hay tres aspectos que es importante destacar:

- La permanente incorporación de suelo mineral a la superficie.
- La creación de un mosaico de micrositios con diferentes condiciones para la regeneración natural.
- La formación de un piso del bosque caracterizado por montículos y troncos caídos.

Las raíces se extienden hasta horizontes de tipo pedregoso, en una matriz arcillosa que presentan generalmente problemas de drenaje y son de un tono verdoso, ocasionalmente moteados. En parte es este horizonte el que queda expuesto al levantarse el “plato” de raíces. El suelo adherido a las raíces corresponde a la capa superficial que tiene un mayor contenido de materia orgánica y se concentra en el montículo resultante de la degradación de las mismas. De esta manera por un lado queda expuesto en superficie suelo mineral y por otro fragmentos gruesos y arcilla adheridos a las raíces se incorporan a los montículos que forman el piso del bosque.

Paralelamente por efecto del viento y del agua, se va concentrando hojarasca y suelo con materia orgánica en la base de los montículos. En el suelo descubierto se inician intensivos procesos de meteorización. De esta forma, se acumulan diferentes concentraciones de materia orgánica y por ende de nutrientes, así como también distintas condiciones para el arraigamiento, en la base de los montículos que en la zona

donde fue descubierto este horizonte pedregoso y arcilloso. Este factor podría estar relacionado con el patrón de agregación típico de la distribución de la regeneración natural.

El piso del bosque queda de esta manera caracterizado por montículos de diferente tamaño que, junto con la gran cantidad de troncos y ramas gruesas en diferentes estados de degradación, pueden constituir una limitante para el empleo de determinado tipo de maquinaria de cosecha y transporte, a la vez que disminuye la eficiencia y aumenta el riesgo de las tareas de apeo.

### **3.1.2 Características bioclimáticas:**

La ocupación de la superficie boscosa por *Nothofagus pumilio* es consecuencia, al parecer, por los factores climáticos (McQueen, 1976; Hueck, 1978; Gutiérrez et al., 1991; Donoso, 2006 citados por Allué et al, 2010), sumado a las condiciones favorables de suelo que tiene un comportamiento de limitante físico y químico (Allué et al, 2010) a nivel de sitio, para la ocupación de alguna de las especies de *Nothofagus*.

#### **3.1.2.1 El Clima**

Si bien los aspectos florísticos de los bosques fueguinos se conocen relativamente bien, no sucede lo mismo con los procesos ecológicos que los gobiernan. En especial la escasez de estaciones meteorológicas de la red oficial ha venido siendo la principal responsable del escaso conocimiento del clima fueguino. (C. Allué et al, 2010).

La región se halla en el segmento climático-fitogeográfico MAB/o3/h, lo cual implica condiciones térmicas de temperatura media mensual de 10°C para el mes más cálido y de 2,5°C para el mes más frío. Las condiciones extremas de congelamiento alcanzan valores de temperatura media mensual de -3°C en años con inviernos rigurosos y hasta un máximo de dos meses con temperaturas medias mensuales menores a 0°C. Las amplitudes térmicas medias mensuales se reflejan en los índices de continentalidad, cercanos a 0 en las áreas litorales. Los valores máximos de 10 se encuentran en la zona central de la Isla Grande de Tierra del Fuego, Lago Blanco-Chile (Bronzovich Hnos, 2008).

Para la región cordillerana, Collado (2007) señala un nivel de precipitaciones mayor al ecotonal, con valores que oscilan entre los 500 y los 1200 mm/año. Hacia el límite fitogeográfico noroeste (NO) las precipitaciones sufren una disminución como consecuencia de factores orográficos en relación a los vientos dominantes del pacífico, de dirección oeste-este. También es importante señalar que las precipitaciones medias del trimestre más frío se ubican en un rango de valor entre los 90 y 100 mm. Los valores se incrementan para el trimestre de más cálido con una pluviometría que ronda entre los valores de 130 a 140 mm, siendo la diferencia exigua siendo clasificado como un régimen pluviométrico isohigro.

El clima que caracteriza a los bosques de la isla es netamente isohigro, es decir, no hay déficit hídrico en todo el año (Bava, 1998).

Si bien no se dispone de mediciones precisas en distintos sitios de bosques de lenga, estimaciones realizadas señalan que a la altitud promedio del límite superior del bosque, unos 600 m.s.n.m., la temperatura media anual sería de 2.4 °C, con una oscilación de 7.1 °C entre el mes más frío y el mes más cálido. El ambiente de la montaña fueguina, a

la altitud del límite superior del bosque, es moderada pero constantemente frío. El bosque subantártico parece basar su estrategia para existir por encima de la frontera empírica definida por la isoterma de 10°C correspondiente al mes más cálido en la escasez de temperaturas extremas (Bava, 1998).

Los vientos dominantes en la ciudad de Ushuaia son del Suroeste y en la ciudad de Rio Grande son del Oeste. La velocidad media es en Ushuaia de 22.5 km/h, sin embargo se han registrado ráfagas de más de 120 km/h (Bava, 1998).

El Lago Fagnano y la región oriental forman un corredor W-E en que los vientos provenientes del SW modifican su dirección hacia la componente W-E y se suman a los vientos provenientes del W, dando como resultado el dominio absoluto de la dirección W-E. La conjunción de temperaturas y velocidad del viento provoca el efecto de sensación térmica, elemento climático de importancia cuando se trata de actividades realizadas al aire libre. La sensación térmica para las temperaturas y vientos de la región tiene un dominio de la categoría "peligroso" y "muy peligroso" (Bronzovich Hnos, 2008).

En general, el régimen climático fueguino está profundamente marcado por su situación entre los núcleos de altas presiones subtropicales que se sitúan al norte, entre las latitudes 20°S y 40°S, tanto en el océano atlántico como Pacífico y los núcleos de bajas presiones antárticas que se sitúan al sur de la latitud 60°S. Estos núcleos presentan una reducida movilidad estacional y entre ellos se abre un corredor por donde circulan los frentes y fuertes vientos dominantes del oeste y suroeste durante todo el año. Estos vientos cargados de humedad por su procedencia del océano Pacífico son interceptados a menores latitudes por la Cordillera de los Andes, que discurre de norte a sur, en cuya vertiente occidental chilena descargan abundantes lluvias a diferencia de la oriental argentina. En Tierra del Fuego AelIAS, la orientación este-oeste de la Cordillera de los Andes es responsable de una menor intercepción de la humedad, que se reparte de forma más homogénea, sin los fuertes contrastes de orientación que se producen al norte. Los vientos de componente suroeste son especialmente notables en primavera y verano, siendo los veraniegos responsables de una importante reducción de las temperaturas máximas y por tanto de la oscilación térmica anual, a lo que contribuye igualmente la inexistencia de grandes masas terrestres continentales. Son asimismo responsables de una elevada evapotranspiración durante la temporada vegetativa (Allué et al, 2010).

Allué et al (2010) concluyen que las características más destacadas del clima de Tierra del Fuego están determinadas por el escaso calor estival y la reducida oscilación térmica.

#### ***3.1.2.2 Geología, Aguas Superficiales y Relieve***

En la Isla Grande de Tierra del Fuego existen dos grandes áreas topográficas; el área cordillerana o andina, que abarca el sur de la Isla y los archipiélagos situados al sur y al oeste de la misma; y la extra andina o de llanos y terrazas, situada en la zona norte. Esta división en dos grandes áreas es común al resto de la Patagonia (Bava, 1998).

En Tierra del Fuego, la Cordillera de los Andes presenta un rumbo oeste-este, como consecuencia de los movimientos transformantes entre las placas Sudamericana, de Scotia y Antártica. El sector meridional de Tierra del Fuego, es parte de la placa Scotia, mientras que la zona septentrional pertenece a la placa Sudamericana. El límite septentrional de esta placa está dado por la Falla de Magallanes, que se desarrolla en el

extremo occidental del Estrecho de Magallanes, el Seno del Almirantazgo y el Lago Fagnano (Bronzovich Hnos, 2008).

El basamento del área cordillerana está constituido por rocas metamórficas de antigüedad paleozoica y mesozoica, y fue recubierto por diferentes secuencias de rocas volcánicas o sedimentarias. En el cuaternario, los procesos erosivos, en especial los glaciares, esculpieron el paisaje determinando su aspecto actual. La zona de llanos y terrazas está conformada por sedimentos marinos del terciario, y tiene un relieve general caracterizado por niveles aterrazados fluvio-glaciares y fluviales muy erosionados, con extensos interfluvios de pendiente suave (Bava, 1998).

A pesar de no contar con datos climáticos e hidrométricos precisos, se puede deducir que la existencia de cursos de agua permanentes está ligado a la alta capacidad de almacenamiento de la extensa superficie de la cuenca ocupada por turberas y al régimen pluvio-nival de la región. Las turberas actúan como reguladores del flujo superficial aportando aguas en época de estiaje y almacenamiento de aguas en época de recarga.

Después de las glaciaciones, se han sucedido cambios climáticos que trajeron como consecuencia constantes desplazamientos entre el bosque (hoy limitado al sur de la Isla Grande) y la estepa. En las épocas de máxima dispersión del bosque, toda la Isla Grande habría estado cubierta de bosques, con excepción de los picos montañosos y algunos sectores del norte de la isla. La actual distribución del bosque responde a causas climáticas, aunque en muchas zonas influyen aspectos edáficos (Bava, 1998).

Las caídas de árboles en el bosque de lenga provoca una característica de irregularidad en el microrelieve del suelo forestal. Al levantarse las raíces se expone suelo mineral a la superficie. Este proceso tiene lugar en forma continua en todo el bosque con una dinámica que depende de las condiciones del suelo, de las características del rodal y de la exposición a vientos fuertes. Este fenómeno tiene lugar generalmente por caída de árboles aislados, pero también por eventuales catástrofes que afectan a grandes superficies. Con la caída, los árboles levantan una cantidad de tierra adherida al "plato" de raíces, que depende de la profundidad de arraigamiento que haya tenido la planta. Paralelamente, se forma un hueco en el piso forestal, con suelo mineral descubierto y desprovisto de regeneración y de mantillo.

Con el paso del tiempo, el árbol caído se va degradando. Este proceso es muy lento y su duración depende en forma exponencial de las dimensiones del leño. De esta forma, la copa se degrada antes que el tronco, y las raíces se descomponen dando lugar a un montículo de tierra y raíces gruesas de tamaño variable. Los troncos caídos, donde se reconoce el montículo originado por las raíces y no es posible identificar la copa, permanecen muchos años en el bosque y esto es también característico del suelo forestal fueguino. Mientras tanto, el hueco de suelo mineral expuesto es cubierto de hojarasca y comienza a enriquecerse ya desde el primer año, a la vez que empieza a albergar regeneración.

En este proceso continuo hay tres aspectos que es importante destacar:

- La permanente incorporación de suelo mineral a la superficie.
- La creación de un mosaico de micrositios con diferentes condiciones para la regeneración natural.

- La formación de un piso del bosque caracterizado por montículos y troncos caídos.

Las raíces se extienden hasta horizontes de tipo pedregoso, en una matriz arcillosa que presentan generalmente problemas de drenaje y son de un tono verdoso, ocasionalmente moteados. En parte es este horizonte el que queda expuesto al levantarse el “plato” de raíces. El suelo adherido a las raíces corresponde a la capa superficial que tiene un mayor contenido de materia orgánica y se concentra en el montículo resultante de la degradación de las mismas. De esta manera por un lado queda expuesto en superficie suelo mineral y por otro fragmentos gruesos y arcilla adheridos a las raíces se incorporan a los montículos que forman el piso del bosque.

Paralelamente por efecto del viento y del agua, se va concentrando hojarasca y suelo con materia orgánica en la base de los montículos. En el suelo descubierto se inician intensivos procesos de meteorización. De esta forma, se acumulan diferentes concentraciones de materia orgánica y por ende de nutrientes, así como también distintas condiciones para el arraigamiento, en la base de los montículos que en la zona donde fue descubierto este horizonte pedregoso y arcilloso. Este factor podría estar relacionado con el patrón de agregación típico de la distribución de la regeneración natural.

El piso del bosque queda de esta manera caracterizado por montículos de diferente tamaño que, junto con la gran cantidad de troncos y ramas gruesas en diferentes estados de degradación, pueden constituir una limitante para el empleo de determinado tipo de maquinaria de cosecha y transporte, a la vez que disminuye la eficiencia y aumenta el riesgo de las tareas de apeo.

### **3.1.3 Suelo**

En la Isla Grande de Tierra del Fuego el efecto de los glaciares fue muy intenso, por lo que el material original de los suelos está formado en gran parte por sedimentos de rocas metamórficas, de origen glaciar, geológicamente recientes. La podsolización es un proceso característico de los suelos de la isla, en especial bajo bosques de lenga. Son suelos someros de reacción ácida, con valores de pH que oscilan entre 3.9 y 4.4. (Bava, 1998).

Los estudios edafológicos regionales realizados para Lenga evidencian una estrecha vinculación entre los procesos ecológicos, factores climáticos, vegetacionales y topográficos. Los suelos se han desarrollado sobre dos tipos litológicos de roca madre, esquistos y fangolitas. Un perfil tipo presenta horizontes orgánicos con profundidades variables de hasta 15 cm bajo un mantillo que rara vez supera los 3 cm. Por debajo es frecuente encontrar niveles blanquecinos de textura franco limosa con espesores de hasta 10 cm supra-yaciendo niveles pardo amarillentos de 30 cm de espesor y con estructuras masiva a granulares, presentando porcentajes variables (5% a 75%) de fragmentos rocosos y matriz franco limosa. Completan este perfil niveles de textura franco limosa a franco arenosa, de consistencia friable y estructura granular con espesores de hasta 50 cm y coloraciones pardas presentando drenaje restringido. Sobre la base de este perfil típico se presentan muchas variaciones dependiendo de la ubicación en el relieve, la pendiente del terreno, la napa freática y cubierta de

vegetación. Suelos profundos, tipo histosoles, muy comunes en la región y representados por grandes acumulaciones de turba (Bronzovich Hnos, 2008).

La zona de raíces es de menos de 40 cm y muy rara vez hasta de 70 cm. Estos datos corresponden a zonas con suelos muy distintos a los de Tierra del Fuego, originados por depósitos de cenizas volcánicas de diferentes texturas. En relación a la materia orgánica, estudios realizados indican que las condiciones para la descomposición del mantillo son muy desfavorables, lo que implicaría una alta acumulación de materia orgánica en el suelo forestal (Bava, 1998).

### **3.2 Incendios Forestales y estrategias de recuperación del ecosistema forestal**

A comienzos del mes de diciembre de 2008 se originaron seis focos de incendios en distintos puntos de la Provincia de Tierra del Fuego, afectando una superficie de 7360 ha correspondiendo a bosque nativo, castoreras, turberas y vegas (DGBTdF, 2009). Respecto al ecosistema forestal se afectó una superficie de 3293 ha de bosque de lenga. De acuerdo a las estadísticas provinciales, el mismo constituyó uno de los mayores incendios forestales desde los comienzos del siglo XX. Tres años más tarde, durante la segunda quincena del mes de enero y febrero de 2012, se produjeron tres incendios forestales que afectaron superficie total, de acuerdo a datos preliminares, de 2870 hectáreas de bosque nativo de lenga puro y bosque mixto (lenga y guindo).

Regionalmente los incendios forestales constituyen uno de los factores de disturbio más importantes. En la isla de Tierra del Fuego la ocurrencia de incendios está casi exclusivamente asociada a causas antrópicas ya que la probabilidad de ocurrencia de incendios por causa naturales es muy baja (Veblen et al. 1999). En la última década la ocurrencia de incendios se ha visto incrementada respecto a los registros históricos, asociada probablemente a la mayor cantidad de habitantes en la isla pero también al aumento de la temperatura media anual registrado a partir de la década del '50, ya que independientemente de la causa que pueda provocar la ignición, es el estado del tiempo meteorológico y su influencia sobre el contenido de humedad de los combustibles el determinante de que un foco se transforme en un incendio de proporciones (Morgan et al. 2002).

El fuego produce efectos directos e indirectos que condicionan los procesos de regeneración del ecosistema forestal y, dependiendo del tipo de bosque considerado, el sistema resultante luego de producido el disturbio puede diferir sustancialmente del original (Rush 1989, Kitzberger et al 2005). En la zona norte de la distribución de lenga, y luego de un disturbio por fuego, el establecimiento de la regeneración natural es casi nulo, principalmente por la ausencia de un dosel protector y la falta de semillas (Kitzberger, 2005). Los fuertes y desecantes vientos de la Patagonia también pueden impedir severamente la regeneración de lenga en espacios grandes y abiertos (Kalela, 1942).

Específicamente en el área afectada por el incendio forestal de diciembre de 2008, y de acuerdo al monitoreo que lleva adelante la Dirección General de Bosques de Tierra del Fuego AeIAS, la regeneración natural es nula. En sectores de borde próximos a bosques verdes sin quemar, donde el efecto del fuego fue de baja severidad, se observa regeneración de aproximadamente 1 metro de altura establecida con anterioridad al incendio y que no fue afectada significativamente, pero tampoco se observa

establecimiento de plántulas post incendio. Respecto al registro de especies herbáceas, se ha observado que las herbáceas anuales han dado comienzo a una etapa sucesional, siendo luego estas reemplazadas por especies perennes, de estas últimas las que muestran mayor competencia por el recurso espacio son las herbáceas introducidas. La fluctuación de abundancia de las distintas especies de herbáceas se desarrolla en función a las condiciones meteorológicas reinantes para el periodo vegetativo, es así que aquellas especies que poseen estrategias reproductivas asexuales tienen mayor capacidad de supervivencia y de ocupación del espacio.

Se presenta a continuación Tabla 3 con resultados del monitoreo del estado del bosque afectado por el incendio forestal de diciembre de 2008 correspondiente al área de intervención del presente plan.

.

ID	ORIGEN	FECHA	EXP	PEND	Alt -Do	COB	COB.V	Int Que	Pos Rep	Est.	INT_A	AB_T	AB_V	AB_M	AB_M_M	EST.OR	C.A.P	I.Q.S	S.SO	C.R.V	A.R.V	P.M2	C.S	C.S.O	BIO
1	Cuartel 3 LP	22/05/09	NW	30	18	15	5	A	N	A	A	8	0	8	8	s/d	2	A	10	0	0	s/d	2	1	B
1	Cuartel 3 LP	18/02/11	NW	30	18	5	5	A	N	A	A	4	0	4	0	Aprov	1	A	10	0	0	0	70	1	M
1	Cuartel 3 LP	31/01/12	NW	30	18	15	5	A	N	A	A	4	0	4	0	Aprov	1	A	10	0	0	0	80	10	B
2	Cuartel 3 LP	22/05/09	NE	2	21	60	25	M	A	A	M	32	0	32	0	Oq/F/La	8	M	0	5	40	1	20	5	B
2	Cuartel 3 LP	18/02/11	NE	2	21	20	1	M	N	A	M	16	0	16	0	Oq/F/La	4	M	0	0	0	0	85	5	M
2	Cuartel 3 LP	31/01/12	NE	2	21	30	1	M	N	A	M	16	0	16	0	Oq/F/La	4	M	0	5	20	3	90	30	M
3	Cuartel 3 LP	22/05/09	NE	3	23	30	0	A	N	A	S/d	16	4	12	0	s/d	4	A	0	0	0	0	20	0	M
3	Cuartel 3 LP	18/02/11	NE	3	23	15	0	A	N	A	M	16	0	16	0	Aprov	4	A	0	5	50	0	95	0	A
3	Cuartel 3 LP	31/01/12	NE	3	23	30	0	A	N	A	M	16	0	16	0	Fa/Oq	4	A	0	5	15	2	90	30	A
4	Cuartel 3 LP	22/05/09	N	3	22	50	0	A	M	A	M	40	16	24	16	Oq/F	10	L	90	0	5	s/d	50	50	A
4	Cuartel 3 LP	18/02/11	N	3	22	20	0	A	N	A	M	12	0	12	0	Oq/F	4	L	90	0	0	0	90	50	A
4	Cuartel 3 LP	31/01/12	N	3	22	20	0	A	M	A	M	16	0	16	0	Oq/F	4	L	90	0	0	0	85	35	M/A
5	Lote 93	21/05/09	SW	6	20	15	0	A	N	A	A	8	0	8	0	Aprovechado	2	M	40	0	0	s/d	70	30	B
5	Lote 93	28/01/11	SW	6	20	15	0	A	N	A	A	8	0	8	0	Aprovechado	2	M	40	0	0	0	90	0	M
5	Lote 93	31/01/12	SW	6	20	15	0	A	N	A	A	8	0	8	0	Aprovechado	2	M	40	0	0	0	90	10	A/M
6	Lote 93	21/05/09	NE	8	20	20	8	M	M	A	A	20	12	8	8	Oq/F	5	M	5	10	150	2	10	3	B
6	Lote 93	28/01/11	NE	8	20	20	0	M	N	A	M	16	0	16	0	Oq/F	4	M	5	20	120	0	80	3	M
6	Lote 93	31/01/12	NE	8	20	20	0	M	N	A	M	16	0	16	0	Oq/F	4	M	5	20	30	1	85	20	M
7	Lote 93	21/05/09	NE		20	3	1	M	N	A	A	0	0	0	0	?	0	L	80	0	0	0	70	70	M
7	Lote 93	28/01/11	NE	4	20	5	0	M	N	A	A	0	0	0	0	?	0	L	80	0	0	0	90	70	M
7	Lote 93	31/01/12	NE	4	20	5	0	M	N	A	A	0	0	0	0	?	0	L	80	0	0	0	70	5	M
8	Lote 93	21/05/09	NW	10	20	60	2	M	A	A	M	16	4	12	8	Irregular	4	A	5	0	0	0	5	2	B
8	Lote 93	28/01/11	NW	10	20	50	0	M	M	A	L	12	0	12	0	Oq/F	3	A	5	0	0	0	0	2	M
8	Lote 93	31/01/12	NW	10	20	65	0	M	N	A	L	12	0	12	0	Oq/F	3	A	5	0	0	0	90	10	M
9	Lote 93	18/06/09	E	5	18	15	0	A	N	A	A	0	0	0	0	?	0	A	20	0	0		30	15	B
9	Lote 93	28/01/11	E	5	18	15	0	A	N	A	A	0	0	0	0	Aprovechado	0	A	20	0	0	0	60	15	M
9	Lote 93	31/01/12	E	5	18	40	0	A	N	A	A	0	0	0	0	Aprovechado	0	A	20	0	0	0	70	0	B
10	Lote 93	18/06/09	SE	2	18	40	0	A	M	A	B	36	0	36	8	La-FB/Oq	9	M	80	0	0	s/d	60	60	M
10	Lote 93	28/01/11	SE	2	18	60	0	M	A	V??	N	44	0	44	0	F/Oq	11	M	80	0	0	0	95	60	A
10	Lote 93	31/01/12	SE	2	18	80	0	A	M	A	B	44	0	44	0	F/Oq	11	M	0	0	0		95	50	A
11	Lote 93	01/07/09	N	7	21	30	5	M	B	A	A	12	4	8	4	Aprovechado	3	M	25	0	0		50	20	M
11	Lote 93	28/01/11	N	7	21	15	0	M	N	A	A	12	0	12	0	Aprovechado	3	M	25	0	0	0	90	20	M
11	Lote 93	31/01/12	N	7	21	35	0	M	N	A	A	8	0	8	0	Aprovechado	2	M	25	0	0		90	20	M
12	Litoral	05/06/09	W	5	22	30	3	M	N	A	A	30	6	24	6	Fa	6	M	0	40	0	0	50	40	M
12	Litoral	11/02/11	W	5	22	30	3	M	N	A	A	4	0	4	0	Aprovechado	1	M	0	2	0		70	0	M
13	Litoral	05/06/09	W	5	23	30	5	M	N	V	V	30	0	30	24	Fa/Fb	5	M	2	0	0	0	20	2	B
13	Litoral	11/02/11	W	5	23	0	0	M	N	A	A	4	0	4	0	Fa/Fb	1	M	0	0	0		70	0	
14	Litoral	05/06/09	N	12	21	50	0	A	N	A	M	18	0	18	12	Fust + Lat	3	M	1	0	0		2	1	B
14	Litoral	11/02/11	N	12	21	40	0	A	N	A	M	4	0	4	0	Fust + Lat	1	M	1	0	0	0	90	1	M
15	Litoral	05/06/09	W	0	22	75	10		N	V	V	72	6	54	42	s/d	12	A	2	0	0		30	2	A
15	Litoral	11/02/11	W	0	0	0	0					0	0	0	0		0		0	0	0		0	0	
16	Litoral	05/06/09	NW	10	22	20	0	A	N	A	A	24	0	24	12	Fa	4	A	2	0	0		30	2	B
16	Litoral	11/02/11	NW	10	22	0	0	A		A		12	0	12	0	Fa	3	A	0	0	0		60	0	
17	Litoral	18/06/09	SW	4	18	80	30	M	A	V		60	28	32	28	F/Oq	15	L	40	0	0	0	25	20	B
17	Litoral	11/02/11	SW	4	18	70	10	M		V		44	4	40	0	F/Oq	11	L	0	0	0		95	0	

TABLA 3: MONITOREO DE ESTADO DEL BOSQUE AFECTADO POR INCENDIOS FORESTALES DE DICIEMBRE DE 2008.



ID	ESPECIES
1	Cardamine,Poa,Ranunculus ch, Taraxacum
1	Rumex, Cerast Font, Acaena, Tarax, Phleum, Osmorr, Poa, Elymus, Geum, Dactylis, Compuesta tipo Achillea.
1	Rumex ace, Cerastium, Acaena, Phleum, Taraxacum, Poa, Festuca.
2	Osmorhiza, Cardamine, Acaena, Gramineas, Taraxacum
2	Poa, Cerast Font, Cardam, Rumex, Phleum, Acaena, Osmorr, Tarax, Ranunc ch, Bromus, Elymus, Politrich, Viola, Galium, Blech, Adenoc.
2	Poa, Rumex, Cerastium, Phleum, Acaena, Taraxacum, Poaceas, Viola, Osmorhiza, Senecio, Adenocaulum.
3	s/d
3	Cerast Font, Poa, Phleum, Acaena, Rumex, Osmorr, Tarax, Cardam, Galium, Uncinia, Elymus, Otras gram.
3	Cerastium, Poa, Taraxacum, Osmorhiza, Acaena, Poaceas.
4	Cadillo, Pasto, Diente de leon, Helecho
4	Poa, Cerast Font, Tarax, Osm, Acaena, Cardam, Rumex, Phleum, Epilobium, Blech, Senec, Galium, Uncinia, Ribes, Adenoc, Viola.
4	Poa, Osmorhiza, Cerastium, Acaena, Taraxacum (hasta aqui, abundancia pareja), Rumex, Viola, Ribes, Uncinia, Senecio.
5	Cardamine Taraxacum, Acaena, Dysopsis, Uncinia, Graminea, Blechnum, Osmorhiza.
5	Taraxacum of, Cardamine gl, Cerastium fo, Acaena ma, Uncinia, Rumex as, Galium ap, Ribes, Schizelia ra, Phleum, (Compuesta), Osmorhiza ch, Agrostis, Bromus.
5	Poa, Taraxacum, Acaena, Cerastium, Hieracium, Ribes, Osmorhiza.
6	Osmorhiza, Taraxacum, Acaena, uncinia, Graminea
6	Cardamine gl, Cerastium ft, HierochloÛ, Acaena, Ribes, Osmorhiza,(Senecio Chico), Rumex as, Trisetum, Epilobium, Poa, Politrichum, Blechum, Viola, Phleum.
6	Taraxacum, Cerastium, Acaena (hasta aqui > abundancia), Osmorhiza, Poa, Hierocloe, Blechum, Uncinia, Viola, Cardamine (fructif-Dispersion) Berberis, Poaceas, Ribes, Hieracium y Senecio
7	
7	Phleum, Cerastium fo, Taraxacum of, Blechum, Acaena, Cardamine, Schizelia, Senecio, Ribes, Osmorhiza, Epilobium ma.
7	Poa, Taraxacum, Rumex, Acaena, mayor complejo de poaceas. Ribes
8	Cardamine (nuevo), Ribes, Taraxacum, Acaena, Blechnum, Osmorhiza.
8	Poa, Osmorhiza, Taraxacum, Acaena, Senecio, Cardamine, (P...), Blechum, Viola, Senecio, Ribes
8	Cerastium, Taraxacum, Acaena, complejo de poaceas (hasta aqui > abundancia), Osmorhiza, Ribes, Politrichum, Rubus, Viola, Blechum.
9	Uncinia, Poa, Cardamine, Graminea, Cerastium
9	Cerastium fo, Poa, Taraxacum of, Phleum, Cardamine gl, Osmorhiza ch, Hieracium Pilosella.
9	Poa, Taraxacum, Phleum, Poaceas, Cerastium (con estres hidrico).
10	Hierocloe, Uncinia, Ranunculus grande, Acaena.
10	Agrostis, Politrichum, Cardamine, HierocloÛ, Cerastium fo, Taraxacum, Schizelia, Phleum, Ribes, Poa, Viola.
10	Graminea ca±a alta, Hierocloe, Cerastium, Politrichum, (dicotiledonea tipo plantago).
11	Cardamine, Uncinia, Ranunculus ch, Viola, pl parecida stellaria.
11	Cerastium fo, Poa, Taraxacum of, Phleum, Acaena ma,(nose) Rubus ge, no se, Cardamine, Politrichum, Viola, Osmorhiza, Uncinia, Senecio, Adenocaulom, Poaceas.
11	Taraxacum, Cerastium, Poa, Osmorhiza (hasta aqui > abundancia), Phleum, Acaena, Viola, Rubus.
12	Gramineas, Cardamine, Disopsis
12	Poa, Cerastium, Taraxacum, Acaena, Osmorhiza, uncinia, Gramineas, Regeneraci³n lenga pre existente
13	Cardamine,(nuevo) Galium, "Pasto"
13	Cerastium, < Taraxacum, Acaena, Senecio

14	Taraxacum, Acaena, Graminea; Cardamine
14	Poa, Cerastium, Rumex, acetosela, Taraxacum, Acaena, Osmorhiza, Phleum, Gramineas
15	Cardamine
15	
16	Pasto (Nuevo), Cardamine (exist)
16	Cerastium, Poa, Rumex; < Acaena, taraxacum, Gramineas.
17	Cardamine, hierocloe, ranunculus gde., blechnum, Osmorhiza, Rubus
17	Cerastium, Phleum, Poa, Hierocloe, Parrilla, osmorhiza, Taraxacum, Politrichum, Cardamine, Blechnum, Ranunculus gde., Veronica, 1 cardo.

**TABLA 4: MONITOREO DE ESTADO DEL BOSQUE AFECTADO POR INCENDIOS FORESTALES DE DICIEMBRE DE 2008.**

Una característica de la lenga es la alta variabilidad que presenta la producción de semillas, tanto entre sitios como en años, y las numerosas pérdidas de semillas desde su formación hasta el momento de germinación (Rush, 1987). Por ejemplo la producción de semillas entre los años 2002 al 2008, en un bosque ubicado en la Ea. San Justo de la isla de Tierra del Fuego, varió entre 0,01 y 22,05 mill/ha y estuvo asociada al % de cobertura remanente luego de intervenciones silvícolas (Cellini 2010). La calidad de las semillas también varía año a año en un mismo sitio como ha sido reportado para bosques de lenga en Tierra del Fuego (Cellini 2010) y en otros bosques de lenga de la Patagonia (Urretavizcaya y Oyharçabal 2010, 2011), condicionando el establecimiento de la especie. La distancia de dispersión de las semillas es otro factor relevante en la posibilidad de recuperación natural de sitios quemados. Para la lenga se han determinado distintos valores de distancias de dispersión (Cellini 2010), siendo una distancia relativamente corta para asegurar la recuperación de grandes superficies quemadas como las mencionadas anteriormente, dado que el tamaño del área afectada por el disturbio es un factor determinante (Connel y Slayter 1977). Asimismo, y con el transcurso del tiempo, comienza el "proceso de empastado", denominado así a la formación de una capa herbácea con un denso sistema radicular superficial, que disminuye significativamente la disponibilidad de sitios seguros (sensu Harper 1977) para que la lenga pueda establecerse y crecer (Rusch 1987). En Tierra del Fuego AeIAS se ha registrado en los monitoreos, que existen varios sectores que tienden a este proceso con la aparición de diversas especies gramíneas, no registrándose regeneración de la especie arbórea.

Cuando se presenta una alta probabilidad de degradación de las áreas afectadas por incendios forestales, la restauración ecológica se presenta como una estrategia de intervención que permite recuperar el funcionamiento original de los ecosistemas forestales, y puede ser optimizada usando técnicas basadas en el propio funcionamiento del sistema (Whisenant 1999).

Se adjunta Informe Técnico Interno DGB, 2009 de evaluación de los bosques afectados por los incendios forestales del 5 y 6 de diciembre en la zona este La Correntina en el Anexo 3.

#### **4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE RESTAURACIÓN**

El estado provincial de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur a través de su Secretaría de Desarrollo Sustentable y Ambiente (SDSyA) tiene bajo su órbita el área técnica-administrativa de la Dirección General de Bosques, siendo una de sus bastas misiones y funciones la administración y conservación del recurso forestal. Viene trabajando desde hace años en la posibilidad de implementar medidas correctivas para superficie de bosques que se encuentran en diversos estados de degradación. La experiencia complementaria es la elaboración del proyecto “Restauración de bosques de lenga afectados por incendios forestales en TDF”, que fuese desarrollado en el marco de la Resolución SDSyA N° 256/09 sobre el Programa Experimental de Manejo y Conservación de los Bosques Nativos, dentro de los cuales se ejecuta el proyecto mencionado.

El plan aquí propuesto es una continuación, con la profundización de los conceptos de restauración activa de bosques degradados y acciones complementarias de ser necesarias para la conducción de los ecosistemas en su recuperación hasta lograr un grado de seguridad en la estabilidad estructural y funcional. Asimismo, como partes fundamentales para el logro de la plantación se presenta el acondicionamiento tecnológico del Vivero Forestal y el establecimiento de Áreas Productoras de Semillas bajo criterios técnicos a nivel regional.

La restauración de la vegetación a partir del banco de semillas puede ser exitosa sólo si las semillas de las especies requeridas están presentes en él (Van der Valk y Pederson, 1989). Esta situación se evidencia en bosques templados donde el fuego forma parte del sistema natural pero no en los bosques de lenga de Tierra del Fuego.

En los trabajos de restauración directa se emplean herramientas ergonómicas y de bajo impacto sobre la estructura física a nivel de sitio de plantación, de esta manera los impactos ambientales no son significativos. Si bien, la restauración se presenta como una medida correctiva ante un suceso que ha modificado el ecosistema forestal original se consideran aspectos vinculados al medio físico a fin de establecer prescripciones operativas al momento de realizar la actividad de plantación. La metodología de plantación es altamente manual, por lo que el plan considera acciones en terreno que permitan lograr efficientizar las labores de campo y la posibilidad de contratación de recurso humano que se desempeña en tareas afines. De lograr los resultados esperados, se agencia el establecimiento en el sector de actividades tendientes a mitigar los efectos adversos sobre la integridad de los ecosistemas boscosos y la posibilidad de generar una alternativa de trabajo y capacitación para el recurso humano que se desempeña diariamente en tareas silvícolas.

Dado que la ocurrencia de incendios forestales en la isla son de origen netamente antrópicos -actividades productivas de extracción de los recursos naturales, turismo y recreación- es necesario generar alternativas silvícolas viables que permitan acelerar los procesos de recuperación de estos importantes bosques nativos independientemente de la clasificación que los mismos adoptan en el marco del Ordenamiento de los Bosques de la Provincia de Tierra del Fuego.

Al mismo tiempo, se pretende la incorporación de tecnología de insumos y procesos en una escala espacio-temporal que permita desarrollar una ecuación de producción de

plantas de larga sustentable en lo productivo y servir de contribución al desarrollo de otras actividades de producción intensiva, que insumen una tecnología similar, y que pueden tener un impacto directo en el desarrollo socio-económico de la Comuna de Tolhuin.

El establecimiento de Areas Productoras de Semillas (APS) es una actividad que se desarrollará paulatinamente en el plan. Al día de la fecha se cuenta con la identificación de lugares de bosque fiscal, que cuentan con las mismas condiciones de altitud y una distancia relativamente cercana a las áreas a restaurar, lo cual se puede fijar como áreas productoras de semillas con características génicas similares a los bosques afectados por los incendios forestales. Para este punto, se consideraran todos aquellos criterios a nivel morfológicos (fenotipos) que permitan asentar formalmente dichas áreas como productoras de semillas. De esta manera se dispone de semillas para la producción de plantas en vivero de procedencia conocida.

Por lo tanto, la restauración activa se presenta como una alternativa silvícola cuya finalidad es la recuperación de cobertura forestal y aceleración de los procesos naturales de recuperación del ecosistema afectado por un disturbio antrópico, así como una fuente de innovación tecnológica que genera empleo directo local.

#### **4.1 Unidad de Restauración**

PLAN PARA LA RESTAURACION DE LA RESERVA FTAL. DE PRODUCCION - LOTE 93

Plan	Plan de Recuperación para la Restauración de Superficie de Bosques de Lengua Degradados por Incendios Forestales en la Reserva de Producción Forestal Lote 93 en Tierra del Fuego, Argentina.																			
Años	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	1° Etapa (1 a 5 Años)					2° Etapa (5 a 10 Años)					3° Etapa (10 a 20 Años)									
Objetivo Principal	Restauración de la superficie de bosques degradada por incendios forestales en la reserva forestal de Producción Lote N° 93 a través del desarrollo de plantas de lenga en vivero.					Restauración de la superficie de bosques degradada por incendios forestales en la reserva forestal de Producción Lote N° 93 a través del desarrollo de plantas de lenga en vivero.					Restauración de la superficie de bosques degradada por incendios forestales en la reserva forestal de Producción Lote N° 93 a través del desarrollo de plantas de lenga en vivero.									
Objetivo Secundarios	Restauración con plantas de vivero - Producción de plantas de Repique Indirecto y Semilla - - Cosecha de Semilla para Banco Exsitu					Producción de plantas de Semilla - Restauración con plantas de vivero - Cosecha de Semillas en APS para Banco Exsitu					Producción de plantas de Semilla - Restauración con plantas de vivero - Cosecha de Semillas en APS para Banco Exsitu									
Resultados Productivos	Producción en vivero de 12 a 15 mil pl /año - Relación de Producción (RI/Sem) [80/20] - Unidad Mínima de Plantación de 9 ha/año - Cosecha de Semillas (sitios puntuales)					Producción en vivero de 18 a 20 mil pl/años - Relación de Producción (Sem/RI) [100] ó [90/10] - Plantación de 12 ha/año - Cosecha de Semillas APS (provisión de vivero)					Producción en vivero de 35 a 40 mil pl/años - Plantación de 30 ha/año -									
Metodología de Intervención	Extracción de plantas en bancos in-situ - viverización de plantas en invernadero - Cosecha de semillas en forma indirecta - Matriz de restauración por unidad de plantación anual - Diseño de plantación en parcelamiento de unidades de intervención establecidas para el año.					Extracción de plantas en bancos in-situ - viverización de plantas en invernadero - Cosecha de semillas en forma indirecta - Matriz de restauración por unidad de plantación anual - Diseño de plantación en parcelamiento de unidades de intervención establecidas para el año.					Cosecha de semillas en áreas identificadas como productoras de semillas - viverización de plantas en invernadero - Matriz de restauración por unidad de plantación anual - Diseño de plantación en parcelamiento de unidades de intervención establecidas para el año.									

TABLA 5: ESTRUCTURA VERTICAL DE INTERVENCIÓN EN EL PLAN DE RESTAURACIÓN DE LA RESERVA FTAL. DE PRODUCCIÓN DEL LOTE 93.

## **4.2 Matriz de Zonificación**

La metodología de intervención que se propone para la restauración del Lote 93 es el diseño de una matriz que consiste en la zonificación de áreas afectadas y degradadas con posterioridad al incendio forestal de 2008. Las primeras son aquellas superficies de bosques que muestran signos de alteración por el ígneo, pero en donde la estructura de la comunidad vegetal y, por ende sus procesos ecológicos, no se ven impedidos totalmente. Las áreas degradadas corresponden a aquellos sectores de bosque donde tanto la estructura como sus procesos ecológicos están totalmente obstruidos y su resiliencia es dependiente de las comunidades dinámicas adyacentes a estas.

La matriz permite identificar las superficies de bosques de lenga que se identifican como degradados, dañados o destruidos, y factibles de intervención según una serie de criterios a consideración. SER (2006) distingue los tres términos en función de la gradualidad de desviación de lo normal o del estado deseado de un ecosistema intacto. La misma define “Degradación” como cambios graduales o sutiles que reducen la integridad y salud ecológica. “Daño”, como cambios obvios y agudos en un ecosistema. El último, “Destruído” especifica la destrucción de un ecosistema como la degradación o el daño donde se pierde toda vida macroscópica y, por lo general, también arruina el ambiente físico.

En la provincia se ha establecido en la Ley N° 145 y Decreto Reglamentario N° 852, el término de bosques degradados. *"Se define como todos aquellos bosques devastados por incendios u otros estragos y los aprovechados irracionalmente, de cuya existencia se verifiquen por lo menos testimonios o indicios evidentes."*

Si bien el término "degradación" es complejo y abre diversas discusiones desde distintas perspectivas, para el presente plan se consideran los indicados como referencia para la matriz de restauración. Lo cual, no constituye un documento cerrado sino que el mismo se retroalimentará a medida que avance el presente, con los resultados parciales propios y con observaciones y discusiones que puedan generarse a nivel local y regional.

Como se ha mencionado, la matriz de restauración consiste en la zonificación de la totalidad del área afectada por el incendio forestal (3293 ha) en función de aspectos: a) fitogeográficos con consideraciones ecológicas, b) climáticos y c) topográficos con consideraciones generales de la geomorfología local.

A través de los mencionados aspectos, se determina una tabla de criterios e indicadores fijando para cada uno de ellos un parámetro cuanti-cualitativo que determina la posibilidad o necesidad de actuación e intervención directa. Con todo, se vierte dicha información en el software Arcview 3.2 (Erdas, 1994), donde se produce con los raster —de exposición, pendiente y cota—, información vectorial (Shape) y los parámetros establecidos, la ecuación que conjuga diversas variables y permite determinar el área efectiva de superficie afectada por ígneo. Donde se conjetura, como poco favorables para el restablecimiento de los procesos ecológicos del ecosistema boscoso natural de lenga y con necesidad prioritaria de intervención mediante restauración activa. Suceda por ejemplo, por localizarse en sectores con exposición a condiciones de alta radiación e intensidad de vientos que pueda afectar el establecimiento de plantas; o sea, por ubicarse en sectores relativamente alejados de la capacidad de dispersión de semillas de los bosques vivos adyacentes o cualquier otra condición resultante de la conjugación de

factores adversos que imposibilite en el corto y mediano plazo el restablecimiento de la continuidad ecológica.

Los aspectos fitogeográficos incluyen caracterizaciones fitoclimáticas y geográficas realizadas para la porción argentina de la Isla Grande de Tierra del Fuego, en especial para el sector donde se ubica el predio sujeto al presente plan (Reserva. Fal. de Producción Lote 93). Se emplea en ello, todas las referencias bibliográficas, próximas al dominio, que se disponen y la información cartográfica digitalizada de la DGB.

En cuanto al los indicadores del aspecto climático, se tornan de mayor relevancia el análisis de los elementos y factores que tienen un efecto directo en la planificación del trabajo y por ellos son condicionantes directos de la operatoria, como de los resultados observables y cuantificables pos-intervención. Elementos del clima como el viento y la radiación directa pueden ser condicionantes en combinación con los factores astronómicos y fundamentalmente con los geográficos, en el éxito de la técnica silvícola de plantación para la restauración. En los criterios de topografía y orografía se establecen indicadores como exposición, cotas y pendiente del terreno en conjunto con las consideraciones bibliográficas en cuanto a la orografía de la región y de sus derivaciones en las variables climáticas. Las consideraciones ecofisiológicas que se utilizan pretenden ser directrices para la identificación de las áreas de intervención mediante restauración directa, como para determinar y establecer en una escala espacio-temporal las áreas para la producción y cosecha de semillas. En esto también se utiliza la bibliografía de referencia que se ha generado a nivel local (Bosques de lenga en TDF) y otra generada en el orden regional (Región Patagonia).

La elaboración de la matriz de zonificación se trabaja en sucesivas etapas de aproximación, las cuales son las siguientes:

- 1º - Revisión bibliográfica de los aspectos y elementos identificados.
- 2º - Elaboración de una tabla con aspectos — ecológicos, topográficos y climáticos —, de criterios e indicadores con los parámetros y posibilidad de actuación condicionantes para cada elemento.
- 3º - Integración de variables en ecuación implementada mediante software pertinente. Para la obtención e identificación en cartografía digital de las superficies de actuación para la 1º etapa, 2º y 3º etapas del Plan.

#### ***4.2.1 Revisión Bibliográfica de Aspectos Fitogeográficos y Elementos Identificados***

##### ***4.2.1.1 Aspectos Fitogeográficos y Climáticos***

La porción de la isla grande de Tierra del Fuego Argentina expone una variación de las comunidades vegetales que se corresponden a la variación de un gradiente latitudinal y altitudinal, condicionados por factores externos e internos. Una primera aproximación para comprender la compartimentalización de las grandes unidades de paisaje que la componen es a través de la clasificación de cuencas hidrológicas de Iturraspe y Urciuolo (2000). La misma muestra la delimitación de los ambientes hídricos de la provincia, cuencas: de zona norte o de estepa, de zona central o de transición, de zona sur o de cordillera y de zona este o de turbales. La Reserva Forestal Lote 93 se corresponde con la clasificación de cuencas de zona central o de transición. Los autores caracterizan las

cuencas como de terrenos ondulados y con terrazas glacifluviales, cursos de agua de baja pendiente y muy meandrosos. Las divisorias de agua pueden llegar excepcionalmente a los 900 m.s.n.m, pero en general presentan cotas inferiores a los 600 m.s.n.m. Para el área bajo estudio la cotas máximas son de aproximadamente 350 m.s.n.m. En la porción este (E) del mismo, tendiendo a la baja hacia el noroeste (NE) donde la cota mínima es cercana a los 50 m.s.n.m., Se observa que la dirección de las sierras que atraviesan la reserva forestal tiene un sentido sureste-noroeste (SE-NO), y por ello el escurrimiento es hacia cuencas hidrológicas diversas. Estas son; río Láinez hacia el norte y río Irigoyen al sur, y una tercera cuenca donde el afluente principal es el arroyo El Vasco.

Collado (2005, 2007) expresa que la provincia de Tierra del Fuego (porción argentina de la isla grande e isla de los Estados) puede ser dividida teniendo en cuenta su clima, fisiografía y vegetación en cuatro regiones ecológicas bien diferenciadas. Tal como se indicó en el punto 3.1.1), se diferencia la zona norte o estepa magallánica, zona central de estepa-bosque y al sur, dividiendo en zona oeste o de cordillera y al este o de turbales. Esta división fitogeografía es utilizada para la caracterización y cartografía bioclimática del bosque nativo subantártico en la Isla Grande de Tierra del Fuego (Allué et al, 2010). Según regionalización propuesta, la Reserva Forestal Lote 93 se localiza íntegramente en la región de cordillera. Por ello son las menores elevaciones altitudinales, que en su totalidad son ocupadas por bosques monoespecíficos de lenga y las zonas bajas ocupado por caules permanentes y, como expresan Iturraspe y Urciuolo (2000), se presentan como almacenamientos reguladores a los humedales vinculados al escurrimiento, materializados por vegas y turbales.

Puntualmente, para la región cordillerana tal como se indica en el punto 3.1.1.1, Collado (2007) señala un nivel de precipitaciones mayor al ecotonal, con valores que oscilan entre los 500 y los 1200 mm/año. Hacia el límite fitogeográficos noroeste (NO) la precipitaciones sufren una disminución como consecuencia de factores orográficos en relación a los vientos dominantes del pacifico, de dirección oeste-este. También es importante señalar que las precipitaciones medias del trimestre más frío se ubican en un rango de valor entre los 90 y 100 mm. Los valores se incrementan para el trimestre de más cálido con una pluviometría que ronda entre los valores de 130 a 140 mm, siendo la diferencia exigua siendo clasificado como un régimen pluviométrico isohigro.

Información cartográfica de la DGB, proveniente de diferentes autores, visualiza que la temperatura media de enero como mes más cálido es de 8°C, ascendiendo hacia el noroeste (NO) donde la influencia de continentalidad es mayor aunque esta no supera la media de los 10°C. Para julio se observa una temperatura medio de 1°C, al igual que con la temperatura media de enero se produce un descenso hacia el centro de la isla. Es importante aclarar que no se tienen valores de península mitre, que su climatología regional está condicionada por los frentes del sureste (SE) (Collado, 2007; Allué et al, 2010).

Los vientos predominantes son de los cuadrantes sudoeste y oeste, con una velocidad media anual de 23.37 Km.h<sup>-1</sup> para el periodo 1981-1990 (SMN, 2008), siéndola máxima horaria extrema de 120 Km.h<sup>-1</sup> (Frangí y Barrera et al., 2005). Es oportuno agregar que el comportamiento de los elementos meteorológicos está muy condicionado en cada situación por la orografía local. En este sentido Cellini (2010) indica que la frecuencia direccional del viento para el mes de marzo es del cuadrante oeste (O). De acuerdo a las



observaciones realizadas por agentes de la DGB post incendio, lo mencionado puede verse reflejado en el avance que presentó el fuego durante el ígneo de 2008

En correspondencia con lo descripto por Iturraspe y Urciuolo (2000) donde para la clasificación y caracterización de cuencas hídricas resaltan que el clima es de mayor humedad y mas frio que la estepa, favorece el balance hidrológico. Al mismo tiempo citan a Koremblit et al. (1991) quien indica un déficit hídrico para las cuencas entre los meses de noviembre a marzo. Como caracterizan los autores, se infiere que siendo el escurrimiento de aportes cordilleranos y precordilleranos bajos para la cuenca media e inferior, hace mayor la dependencia de las precipitaciones locales a la hidrología de dichas cuencas.

#### 4.2.1.2 Aspectos Ecológicos de los Bosques de *Nothofagus*.

Como se menciona en párrafos anteriores, los bosques como estructura macroscópica de los ecosistemas fueguinos de la ecoregión de cordillera y de la ecotono-estepa son predominantemente de lenga y ñire, respectivamente. Se incluye, la región ecotonal por encontrarse en las mismas, incursiones de formación monoespecíficas de lenga sujetas a manejo silvícola.

Las menciones sobre la estructura y principalmente las referidas a la funcionalidad de la especie y de ella con los organismos y su medio ambiente, definido como los procesos ecológicos (SER, 2004), son relevantes para establecer la matriz de trabajo. Es de nuestro interés indagar y revelar los principales conceptos y su interpretación respecto a la producción de semillas, banco de plántulas y consideraciones de sus respuestas y adaptaciones a los gradientes que son los que generan la diversidad genética de la especie. Esta revisión permite trabajar no solo en la matriz de zonificación identificando las posibles áreas de intervención, también posibilita establecer los criterios para la cosecha de semillas como provisión del vivero forestal para cultivo de lenga bajo atmosfera parcialmente controlada, con destino a restauración.

La lenga produce frutos que son nueces triquetras que contienen una semilla o ninguna, excepcionalmente dos (Cuevas y Arroyo, 1999). La producción de semillas en *Nothofagus* presenta una ciclicidad espacial y temporal. La dispersión de estos se lleva a cabo por el viento, denominando al proceso con dispersión anemócora (Rusch, 1992; Cuevas, 2000 y 2002; Cuevas y Arroyo, 2002; Martínez Pastur et al. 2004, Cellini, 2010).

La producción de semillas varía en los sucesivos años, además de presentar una alta variación correspondiente a la altitud en que se encuentra. Veblen et al. (1986) y Frangi et. al. (2005) expresan que sumado a la variación interanual, los *Nothofagus* presentan una variación inter-sitio en la producción de semillas en el mismo año. La variación cíclica, plantea Martínez Pastur et al. (2004) podría ser explicada por el tipo de dispersión de polen (anemófila). Haciendo la polinización muy dependiente de las condiciones climáticas durante el tiempo en el cual transcurre el proceso. Cellini (2010) menciona que los picos de producción se denominan como semillazon<sup>1</sup>, siendo esta además de una estrategia para evitar la predación, una posible respuesta a los cortos periodos de crecimiento en climas fríos.

---

<sup>1</sup> La semillazon es la producción sincronizada e intermitente de semillas en poblaciones de especies longevas (Janzen, 1971 citado por Cellini, 2010)

Schmidt (1991) menciona que la producción es variable, presentando valores que fluctúan año a año entre 0,5 y 12 millones. Al respecto, Veblen T. et. al. (1986) señalan que en adición a la alta variación anual en producción de semillas, hay una variación inter-sitio significativa. Y exhibe datos de producciones de 560 mil y 1.44 millones de semillas/ha para un sitio y de 4.3 millones y 10.13 millones de semillas/ha para otro sitio de muestreo ubicado a similar altitud y latitud. Con picos de producción que pueden llegar a los 16 millones por hectárea (Cuevas, 2000). Recientemente en su tesis doctoral Cellini (2010) publica datos de producción para una serie de tiempo de 2002-08, siendo los valores máximos de 0,01 a 22,05 mill.ha<sup>-1</sup> y destaca la alta variabilidad.

En relación a la producción anual, se menciona que responde a una ciclicidad en la escala espacio-temporal. Diversos autores indican una correlación positiva existente entre la mencionada variabilidad, el tamaño, peso, viabilidad y por ende la capacidad de dispersión de semillas.

Las variables de peso, tamaño y viabilidad muestran una tendencia negativa para diferentes niveles de producción, cuando estos se condicionan por cobertura forestal decreciente (Cellini, 2010). Escobar (2008) citando a Stevens (1996), precisa tamaños de semilla de lenga que divide en tres rangos. Semillas con un calibre mayor a 6,3 mm, con uno entre 6,3 y 6,0 mm y por último un calibre menor a este último. Destaca en los dos calibres mayores, la mayor viabilidad respecto del tercero, aunque esta no es estadísticamente significativa.

Un factor de importante relevancia para la ocupación de sitio en áreas degradadas por el aporte de semillas que puedan efectuar los bosques adyacentes, como también la planificación de cosecha de semilla es la dispersión de semillas. Ya mencionado, el agente de dispersión para polen y semilla de *Nothofagus pumilio* es el viento (Premoli & Mathiasen, 2011), factor físico variable que junto a otros factores de naturaleza intrínsecos y extrínsecos son determinantes en la ocupación de sitios. El peso de la semilla influye la distancia recorrida, donde las más pesadas recorren una menor distancia (Cellini, 2010). Esto tiene una relación directa con la tendencia observada por el autor, donde señala que la producción, el peso, tamaño, viabilidad tiene una correlación negativa respecto a la disminución de cobertura boscosa para la especie en cuestión. Aunque la dispersión muestra una correlación positiva con la disminución de cobertura. Se puede inferir que esa mayor distancia no se correspondería con semillas viables o capaces de germinar, establecerse y crecer. Esto es sumamente relevante en áreas afectadas por incendios forestales donde la cobertura de los sitios a ocupar por las semillas viables que pudiesen aportar los bosques contiguos dependerá de factores propios de dichos bosques, como de las condiciones edafoclimáticas y vegetación sucesional pos-disturbio.

Las distancias recorridas por las semillas en lenga es variable, Premoli & Mathiasen (2011) refieren a la estructura alar rudimentaria de los frutos (vehículo de dispersión de la semilla) determina que la gran mayoría sean dispersadas por gravedad. Cuevas (2000) divulga datos de dispersión de semillas y concluye que este factor es variable en función de un gradiente altitudinal, que el máximo no supera los 80 mts y que la casi totalidad de la lluvia de semillas se concentra en los 20 mts. próximos al individuo progenitor. Cellini (2010) en su estudio y modelización de la dispersión en un bosque sin intervención observa una concentración cerca del centro, con un máximo de 63 mts, hacia el este. Es conveniente aclarar que los vientos de mayor intensidad en la región cordillerana al norte del eje longitudinal cordillerano son provenientes del cuadrante

oeste. El autor también describe para bosques intervenidos con retención dispersa (15 y 30 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> remanente) un aumento en la superficie cubierta por la sombra de semillas. Esto se debe simplemente al incremento de la velocidad del viento en el gradiente altitudinal desde el suelo al límite superior del vuelo forestal.

Según los factores de historia de vida y ambientales que favorecerían la formación de un banco de semillas persistentes o transitorio, la lenga no forma banco de semillas persistentes (Cuevas y Arroyo, 1999). Pero si es mencionado por diversos autores que *Nothofagus pumilo* genera un banco de plántulas, que según cuevas puede llegar a 70 pl/m<sup>2</sup> en Tierra del Fuego (Arroyo, 1995 citado por Cuevas y Arroyo, 1999). Cellini (2010) expone valores superiores a los 600 miles.ha<sup>-1</sup> e inferiores a 900 miles.ha<sup>-1</sup>, que la incorporación de plántulas muestra una tendencia positiva a mayor cobertura y la muerte de estas, una tendencia negativa respecto a la cobertura.

En bosques que sufren disturbios por incendios, la superficie es rápidamente colonizada por especies herbáceas, al transcurrir el tiempo las especies pioneras (hierbas anuales) son reemplazadas en abundancia por especies de hierbas perennes que son competitivas por los recursos (espacio, agua, luz y nutrientes) bajo estas condiciones sumadas a las variaciones microclimáticas de estos ambientes, por pérdida de la cobertura forestal, la instalación de plántulas puede verse limitada seriamente. Si esto se relaciona con la dispersión anemócora de frutos y se tiene en cuenta los factores intrínsecos de la semilla que afectan su viabilidad y por ende la capacidad de ocupación de sitios, como estrategia de colonización de nuevos ambientes (en este caso de recuperación), se puede inferir que la oclusión de áreas disturbadas, para la formación de banco de plántulas persistente con capacidad de supervivencia y crecimiento respondería a un gradiente de ocupación desde los borde hacia el centro en la escala de tiempo imprevisible. Donde la presión de uso de esos ambientes para el pastoreo de animales herbívoros autóctonos y animales exóticos bajo manejo pueden conducir los ambientes de bosques destruidos a etapas sucesionales intermedias con la posibilidad de de estos ecosistemas de tomar un trayectoria ecológica diferente a los ecosistemas de referencia. SER (2004) define la trayectoria ecológica como la ruta que describe el desarrollo de un ecosistema a través del tiempo.

#### ***4.2.2 Elaboración de una escala de criterios con los valores condicionantes para cada elemento.***

Según lo descripto en la revisión bibliográfica sobre aspectos topográficos, climáticos locales y regionales y ecológicos de la especie y, teniendo en cuenta la valiosa y cuantiosa información con la que cuenta la DGB, resultado de los informes preliminares, finales y el monitoreo que la misma lleva adelante en el área, se puede elaborar la tabla de criterios con indicadores para definir la superficie factible de intervención. Estas áreas son luego parcializadas por etapas quinquenales (1° y 2° etapas) del plan y una tercera (3°) etapa decanal, donde se definen las metodologías y procesos abordados para establecer la viabilidad de los saltos tecnológicos de procesos e insumos planteados en cada una de ellas y que permitan dar cumplimiento a los objetivos secundarios y del objetivo final del plan.

Se define así, la unidad de superficie de intervención directa anual para cada etapa y los resultados productivos esperados en cada una de ellas. Con la necesidad de establecer la escala de la unidad productiva (vivero forestal) y crear la demanda de productos e insumos (plantas germinadas in-situ para recría ex-situ, semillas para cultivo ex-situ y

demás insumos de proceso) que permita identificar para cada año los requerimientos del plan; y sean estos cuantificables anualmente a través del POA.

A continuación se expone la Tabla de aspectos que fueran mencionados anteriormente para la confección del plano predial de áreas, que bajo diversos parámetros surgidos de criterios técnicos contribuya a la planificación e intervención con el fin de cumplir con los objetivos intermedios y general de la propuesta.

De esta manera se llega a un área de intervención de 642,7 hectáreas.

# ASPECTOS ECOLOGICOS, TOPOGRAFICOS Y CLIMATICOS

## UTILIZADOS PARA LA ZONIFICACION DE LA SUPERFICIE A INTERVENIR MEDIANTE RESTAURACION EN LA RESERV. FTAL. LOTE 93

Aspectos	Criterio	Actuación	Indicador	Parámetro Cualitativo-Cuantitativo
Ecológicos	Superf. bosque afectado (verde o vivo)	NO	Bosques en fase de latizal hasta oquedal, no son sujetos de intervención para restauración directa si tienen o evidencian capacidad de resistencia o resiliencia en casos de de afección parcial.	Superficie de bosques en fase regeneracional que ha superado la altura mínima de escape a la herbívora y ramoneo.
	Superf. bosque destruido, dañado o degradado	SI	Toda superficie que este degradada es factible de intervención, siendo la posibilidad efectiva de que resulte en un área de actuación resultado de integración de variables y su resultado	Bosque que evidencia afectación de su estructura y funcionalidad ecosistémica macroscópica.
	Areas de bosques degradado con tratamiento silvícola pre Inc. Ftal.	SI	Sitios de alta prioridad y por lo general poseen vía de acceso, por esto su posibilidad es mayor que los bosques sin intervención previa.	Escasa o nula estructura quemada, material caído pre y pos incendio, suelos afectados parcialmente con horizonte orgánico y cobertura herbácea.
	Areas de bosques degradado sin tratamiento silvícola pre Inc. Ftal	SI	Sitios que su posibilidad de intervención directa esta condicionado por la accesibilidad, además de las dimensiones de las áreas afectadas, con posibilidad de lograr ocupación de sitio por dispersión de semillas de áreas adyacentes.	Presencia de cobertura arbórea afectada por incendio, red de camino, condición de suelo con buen drenaje, cobertura y biomasa media
	Bosques degradados con bosque vivo hacia los cuadrantes de viento de mayor frecuencia en temporada primavera-estival (W-NW)	SI	Sitios que su intervención por acción directa debe estar a una distancia máxima condicionada por el doble de la distancia máxima de dispersión establecida.	Distanciamiento máximo de 80 mts. hacia bosques vivo maduros.
	Bosques degradados con bosques vivo hacia cualquier otro cuadrante	SI	Sitios que su intervención es sujeta a el doble de una distancia mínima de dispersión (exceptuando la zona de influencia de copas)	Distanciamiento mínimo de 40 mts hacia bosques vivo maduros.
	Bosque degradado sometido a recupero de material pos Inc. Ftal.	SI	Sitios de alta prioridad por impacto de Inc. Ftal. y pos evento, acceso de caminos, próximo a ruta provincial o camino de segundo orden transitable durante la mayor parte del año.	Sin restos de material en pie o caído, con evidencia degradación edáfica (pérdida de suelo, ausencia de horz. org, ect) y escasa o nula vegetación acompañante.
Topográficos	Bosques degradados por debajo de cota de actuación en función de parámetros de suelo, vegetación acompañante y accesibilidad	NO	El domino tiene una cota máx. 350 m.s.n.m, suelos someros con alta afección de sus propiedades fisicoquímicas, baja cobertura herbácea y baja biomasa	Bosques que se encuentren por debajo de la cota 270 m.s.n.m
	Bosques degradados por encima de cota de actuación en función de parámetros de suelo, vegetación acompañante y accesibilidad	NO	El domino tiene una cota mín. 70 m.s.n.m se corresponden a ecosistemas de vega y turbales asociados a bosques clasificados en su mayoría de protección.	Bosques que se encuentren por debajo de la cota 140 m.s.n.m
	Superficie de bosques degradados con topografía escarpada	NO	Bosques degradados con topografía escarpada que por pendiente presente alto grado de degradación y condiciones de baja accesibilidad para tareas de restauración	Superficie de bosque degradado con pendientes > a 10º
	Bosques degradados según exposición a condiciones climáticas adversa en el periodo vegetativo de la especie	SI	Superficie de bosques degradados con exposiciones a baja radiación, vientos de frecuencia e intensidad que pueden afectar el establecimiento y crecimiento de plántulas y plantas	Expuesto a los cuadrantes (W; W-NW; NW; N-NW; N; N-NE; NE, E-NE; E; E-SE) en ángulos (0º a 112,5º y de 270º a 360º)
Climáticos	Bosques degradados expuestos a vientos de intensidad y frecuencia	NO	Bosques expuestos a vientos de intensidad y frecuencia que durante el periodo vegetativo, con características desecantes en los bosques degradados con alteración microclimáticas puede acentuar un déficit hídrico temporal severo.	Vientos provenientes de los cuadrantes (S-SW-W) en grados (180º a 270º)
	Bosques degradados que estén expuestos a azimut y altura del sol de verano	SI	Bosques degradados que estén expuestos a azimut y altura del sol para captar la mayor cantidad de radiación directa durante el fotoperiodo diario	Superficie de bosques expuestos a valor máximo de azimut para diciembre-enero (135º azimut E y W) máxima altura del sol para los mismos meses (60º)

TABLA 6: ASPECTOS ECOLÓGICOS, TOPOGRÁFICOS Y CLIMÁTICOS ABORDADOS PARA LA ZONIFICACIÓN DE SUPERFICIE DE BOSQUE DEGRADADO POSIBLES DE INTERVENCIÓN EN EL LOTE 93

#### ***4.2.3 Identificación en información cartográfica de las superficies de actuación anual para la 1ª etapa, 2ª etapa y 3ª etapa del Plan***

La etapa de elaboración de la matriz se refiere a la sectorización de unidades de superficie del total factible de intervención con fines de restauración. La superficie de cada sector se relaciona indirectamente con la tasa de plantación anual establecida dentro de los resultados esperados para cada una de ellas, como uno de los criterios abordados. También se tiene en consideración la accesibilidad de las áreas y la interconexión de los polígonos que componen el sector. Otro factor condicionante es el estado de uso actual en que se encuentra las superficies afectadas para su intervención.

Del análisis se concluye que un sector de intervención para la (1ª) primera etapa del plan de recuperación, lo componen los polígonos ubicados del cuadrante oeste (O), sector de ingreso al dominio fiscal Reserva Forestal Lote 93 por la ruta provincial N° 23, desde la propiedad de Lengua Patagonia S.A. La superficie efectiva de restauración suma la totalidad de 189,108 ha de las cuales 10.68 ha se componen de bosques de lengua que no fueran aprovechados anterior al disturbio por incendio. Como se visualiza en la cartografía adjunta (ver anexos), la totalidad de la superficie corresponde a un polígono que avanza en sentido del camino principal, constituyendo una oportunidad por la posibilidad de acceso a los sitios durante todo el año. También es importante destacar que las áreas tienen en su mayoría caminos de tercer orden que con una mínima acondicionamiento se pueden reutilizar, relevamientos preliminares indican que un alto porcentaje son transitables con rodados menores para el trabajo de campo.

La superficie delimitada para la segunda (2ª) etapa del plan de recuperación, al igual que la descrita en el párrafo anterior, posee en su mayor porcentaje la superficie con tratamientos silvícolas previos al disturbio, la superficie total de intervención para esta etapa es de 167.666 ha y se corresponden a bosque virgen sin intervención al momento del incendio. Para esta segunda etapa, las áreas a intervenir se conectan en su totalidad por caminos de 3º orden, los que son transitados esporádicamente por productores forestales (mayormente PPF) ubicados en áreas remantes de bosque de bosque vivo y afectado por el incendio forestal.

Se adjunta cartografía de las superficies de actuación anual para la 1º, 2º y 3º etapa del Plan en el Anexo 4.

#### **4.3 Núcleos de Regeneración**

La restauración activa implica la plantación de ejemplares arbóreos en un determinado sitio de interés. La plantación como tal, es una actividad que se basa en el hoyado del suelo y el establecimiento de una planta proveniente de un vivero, por lo tanto dicha planta cuenta con un período de cría bajo condiciones controladas y un período de rustificación a fin de que la supervivencia de la planta en condiciones naturales sea alcanzada.

Los diseños de plantación tradicionales para la actividad forestal resulta de un patrón sistemático en función a una determinada distancia inicial entre planta y planta, a medida que la plantación crece en altura y competencia se interviene silviculturalmente con la técnica de raleos para favorecer el desarrollo de otra determinada cantidad de plantas. Esta técnica es usada para sistemas extensivos de plantaciones forestales.

La técnica de núcleos de regeneración obedece a la observación de los procesos naturales de recuperación de ecosistemas forestales, en especial de bosques nativos. El principio reside en el establecimiento de plantas en determinados sectores del terreno a restaurar y que presente determinados atributos físicos que aseguren el desarrollo de las plantas, tal como árboles caídos, plantas nodrizas, cúmulos de tierra producto de la caída de árboles. Dichas protecciones favorecen a las plantas en su desarrollo ya que constituyen barreras físicas para eventuales herbívoros, protección de la insolación directa, resguardo de humedad, entre otros.

En materia de restauración de bosques degradados de lenga la información y experiencias tienen carácter reciente y se han realizado principalmente en las provincias de Santa Cruz y Chubut (Arriola et al. 2010, Urretavizcaya et al. 2010, Monelos et al. 2010, Urretavizcaya et al. 2011). Para avanzar en esta temática se cuenta con la colaboración de la Dra. M. Florencia Urretavizcaya quien trabaja en la restauración de bosques quemados de *Austrocedrus chilensis* desde el año 1999 y de bosques quemados de lenga desde el año 2008, siendo la persona que coordinó el proyecto PICTO 36663 denominado *Restauración ecológica en bosques degradados de la Patagonia andina de Chubut y Santa Cruz: aspectos básicos y desarrollo de tecnologías* mediante el cual se establecieron tres áreas de trabajo en bosques quemados de lenga, Esquel (Chubut), Monte Zeballos y Río Turbio (Santa Cruz) donde se llevaron a cabo distintos ensayos de plantación.

Es así que para los ecosistemas de lenga afectados por incendios forestales, es necesario que exista protección microclimáticas entre los ejemplares quemados que quedaron en pie, como para aquellos que se muestran íntegros en fuste y copa, como de los que sólo muestran restos de fuste. Asimismo, restos de fustes caídos, ramas y restos de copas dispersos en el terreno ofrecen un amplio rango de protección microclimáticas y barrera física para herbívoros. Cabe destacar que en Tierra del Fuego AeIAS no se presenta como amenaza el ataque de liebre tal como se presenta en Patagonia Norte. Esta biomasa remanente ofrece protección de la influencia negativa de los vientos, aumenta la retención de las precipitaciones verticales y horizontales (neblinas).

#### **4.3.1 Estado general del sector de plantación en núcleos de regeneración**

El sector a intervenir presenta biomasa forestal distribuida en forma irregular, la misma se encuentra en función al aprovechamiento realizado a partir del año 1998. Por lo tanto en sectores donde se ha intervenido la biomasa se encuentra en forma de fustes totales y parciales en pie, ramas y restos de copas dispersas en el suelo, así como despuntes producto del aprovechamiento forestal y de grandes diámetros los cuales, en algunos de los casos no fueron consumidos por el ígneo.

De los ejemplares muertos en pie, se ha observado un desmoronamiento paulatino generando la incorporación de material orgánico al suelo forestal. Asimismo, y producto de la intensidad de los vientos, se presentan ejemplares volteados y cuyas raíces han descubierto el suelo generando montículos y hoyos con recambio de suelo mineral y orgánico. En sectores donde la acumulación ha sido intensa, se generan barreras físicas que dificultan la transitabilidad humana, por lo tanto se estima que la misma genera también barreras para herbívoros de la zona. A continuación se presentan fotografías tomadas en Mayo de 2012 por agentes de la Dirección General de Bosques.





ILUSTRACIÓN 1: ÁREA IDENTIFICADA PARA ESTABLECER UN NÚCLEO DE PLANTACIÓN EN SUPERFICIE A RESTAURAR (A). (B) EJEMPLARES EN PIE AFECTADOS TOTALMENTE POR EL INCENDIO Y EN DESMORONAMIENTO PAULATINO. (C) EJEMPLAR EN PIE Y AFECTADO TOTALMENTE POR EL INCENDIO Y CON CAÍDA POSTERIOR AL INCENDIO. (D) BARRERA FÍSICA DE PROTECCIÓN PARA LA PLANTACIÓN BAJO RAMAS Y RESTOS DE FUSTES. FOTO: PAREDES Y PARODI, 2011.

Se aprecian sectores con caminos forestales y picadas, las cuales son posibles de acondicionar a fin de habilitarlas para el tránsito de vehículos livianos y operarios durante las tareas de plantación y monitoreo. Al mismo tiempo, ofrecen sectores de tránsito para las actividades de extensión y concientización ambiental.

Los canchones de acopio de productos forestales constituyen sectores de aperturas variables. En muchos de los casos resultan útiles para la disposición temporal de plantas y su distribución a las unidades de restauración.



ILUSTRACIÓN 2: PICADA DE APROVECHAMIENTO FORESTAL (A). CAMINO SECUNDARIO DE APROVECHAMIENTO FORESTAL EN ÁREA AFECTADA POR INCENDIO FORESTAL EN EL LOTE 93 (B). FOTO: PAREDES Y PARODI, 2011.



Por otro lado, existen sectores de bosque virgen y afectado totalmente por los incendios forestales, si bien en relación a las masas afectadas y con aprovechamientos anteriores al incendio forestal resultaron en superficie significativamente menor a estas últimas, en función a la matriz de restauración los sectores objeto de restauración corresponden a aquellos que tuvieron un aprovechamiento forestal.

#### **4.3.2 Patrón de distribución de núcleos en las unidades de restauración.**

Para el diseño de distribución de los núcleos de plantación en sus unidades anuales, es necesario:

- Definir la ubicación física de las unidades de restauración en función a la matriz de restauración.
- Definir la densidad de plantas por unidad de superficie.
- Definir la densidad de plantas por núcleos.

Para el presente plan no se establecen valores fijos de densidad de plantas, tanto por unidad de restauración como por núcleos de restauración debido a que cada unidad anual presenta particularidades del sitio que serán significativas a la hora de establecer los valores de densidad de plantas.

Los factores que presenta cada unidad de restauración anual se establecen de acuerdo a la biomasa forestal existente, grado de dominancia de gramíneas con sistemas radiculares agresivos para la plantación, topografía, suelos arcillosos, pedregosidad y existencia permanente de herbívoros.

De acuerdo a bibliografía consultada a nivel regional, los valores de densidad resultan variables, siendo de 900 a 1500 plantas por hectárea. Esta cantidad total de plantas se distribuyen equitativamente en un número determinado de núcleos de restauración. De acuerdo a diseños desarrollados por agentes de la Dirección General de Bosques se presentan los siguientes valores resultantes de una experiencia piloto realizada en el período abril-mayo de 2012.

<b>N° Plantas/hectárea</b>	<b>N° Núcleos/hectárea</b>	<b>N° Plantas/Núcleo</b>
820	22	41

**TABLA 7: VALORES ESTABLECIDOS PARA LA TAREA DE PLANTACION LLEVADA A CABO POR LA DGB, CON FINES DE RESTAURACION DURANTE EL PRESENTE AÑO.**

Como se mencionara anteriormente, para la experiencia piloto realizada en 5 hectáreas en la Reserva Forestal Lote 93 se fijaron los valores de 22 núcleos/ha y 41 plantas/núcleo ya que las condiciones presentes en el lugar ameritaban mayor concentración de plantas en una menor cantidad de núcleos por hectárea. En caso de presentarse un sector con mayor homogeneidad en la distribución de biomasa remanente y con efecto protector, y una menor cantidad de caminos secundarios y picadas producto del aprovechamiento forestal, la cantidad de núcleos podría haber sido mayor, resultando en una menor cantidad de plantas por núcleo. También es posible manejar la variable cantidad de plantas por hectárea, la cual se encuentra sujeta a la disponibilidad de plantas aptas para la plantación.

Una vez definida la cantidad de núcleos por unidad de superficie, es necesario diseñar un patrón de distribución de dichos núcleos. En la experiencia piloto se analizaron dos opciones válidas de acuerdo a experiencias en Chubut y Santa Cruz;

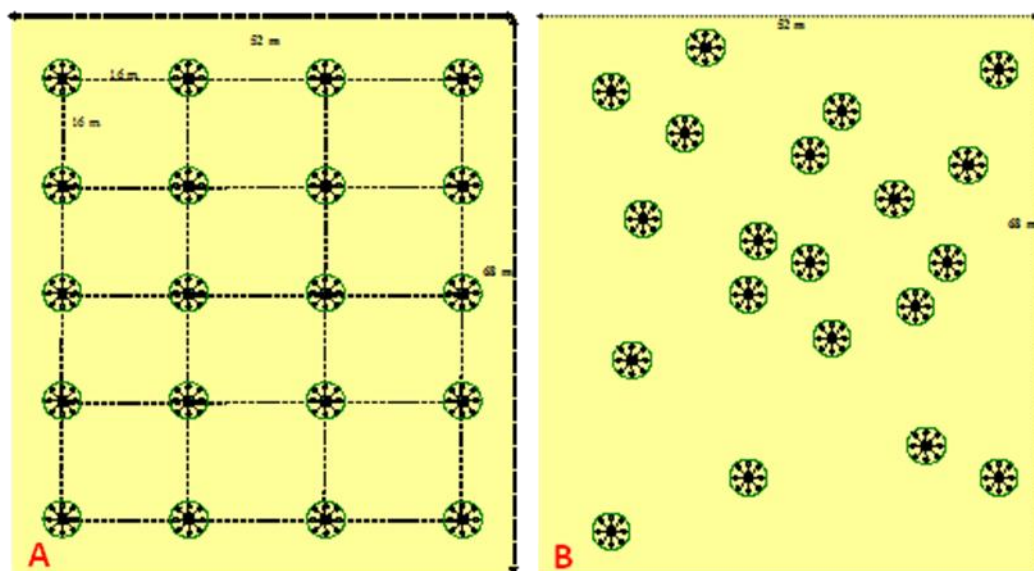


ILUSTRACIÓN 3: DISEÑOS PLANTEADOS PARA LA RESTAURACION DE LA SUPERFICIE A INTERVENIR. (A) DISEÑO SISTEMATICO, (B) DISEÑO CONDUCTIDO.

Los diseños de plantación de núcleos de regeneración presentados en las figuras 1 y 2 corresponden a:

- 1) **Sistemático**; el establecimiento de los núcleos de regeneración en una unidad de superficie se realiza considerando una equidistancia entre centros de núcleos obteniendo un patrón equidistante de núcleos independientemente de las condiciones físicas del lugar a restaurar.
- 2) **Conducido, dirigido o irregular**; para el establecimiento de los núcleos se tiene presente los sitios que cuentan con resguardo a las condiciones microclimáticas del lugar; troncos caídos, huecos generados dentro de tocones quemados y toda aquella protección que pueda servir a los núcleos para afrontar las condiciones climáticas.

El diseño que se ajusta a las condiciones locales corresponden al denominado Conducido, dirigido o irregular.

Para dicho diseño se realizan las siguientes actividades previas a la plantación propiamente dicha:

- Marcación de límites de la unidad de restauración: la misma se realiza con símbolos fácilmente perceptibles realizados y a una distancia que nos supera los 10 metros entre símbolo y símbolo.
- Marcación de núcleos de regeneración: a fin de obtener una red de núcleos de plantación distribuidas lo más regularmente posible en la unidad de restauración se procede a fijar en gabinete transectas que permitan a los técnicos avanzar con un determinado rumbo y analizar las situaciones presentes en cada sector del terreno. Esta actividad requiere la observación de aquellas variables mencionadas precedentemente (biomasa, suelo, protección). La marcación de los núcleos se realiza con aerosol con

símbolos que permitan la fácil ubicación al momento de realizar la plantación. Cada punto es georeferenciado obteniendo en el Sistema de Información Geográfica un mapa de distribución de los núcleos. Previo a la plantación se observa la distribución espacial de los núcleos a fin de realizar correcciones en terreno.

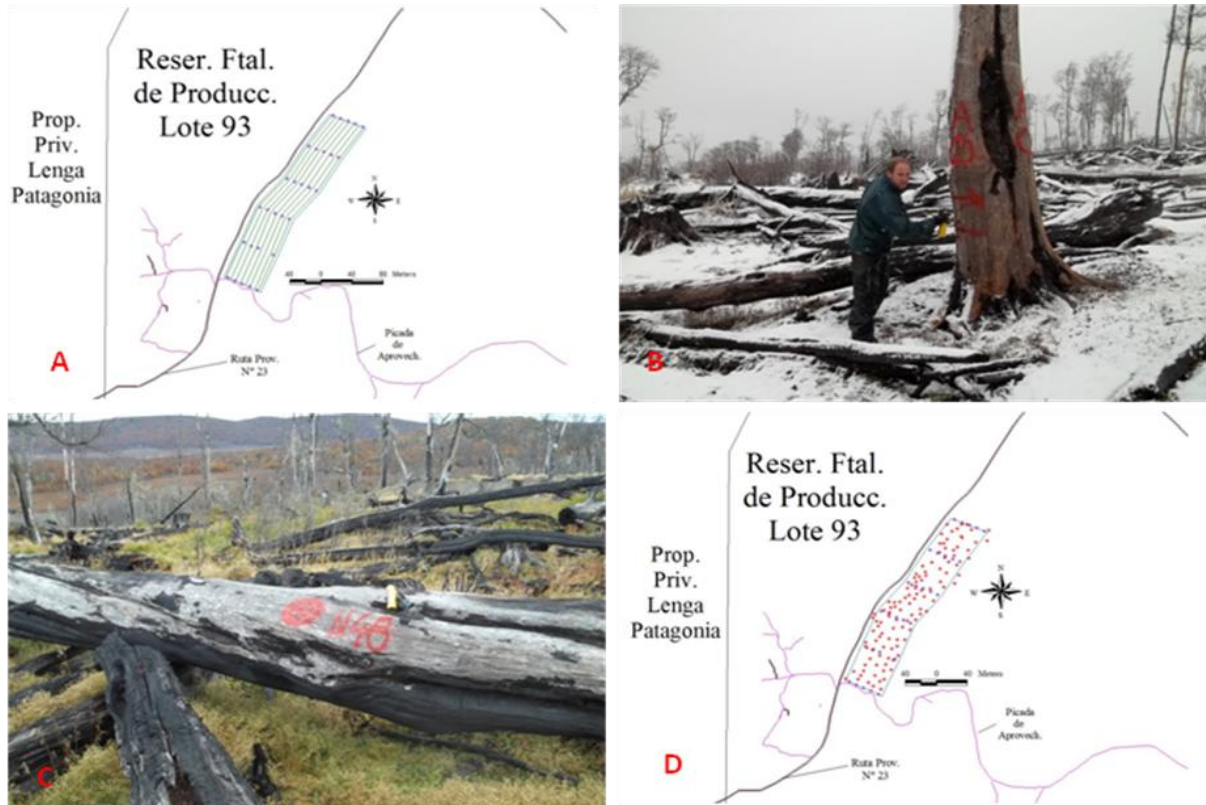


ILUSTRACIÓN 4: (A) DISPOSICIÓN DE TRANSECTAS EN LA UNIDAD DE RESTAURACIÓN. (B) MARCACIÓN DE LÍMITES EN LA UNIDAD DE RESTAURACIÓN. (C) MARCACIÓN DE NÚCLEOS DE REGENERACIÓN. (D) IMAGEN DE DISTRIBUCIÓN DE LOS NÚCLEOS DE REGENERACIÓN.

#### 4.3.3 Plantación

Para el presente plan, las plantas a emplear provienen de sitios de bosque intervenido y cuyas condiciones de altitud son similares al del lugar de restauración, la cual se encuentra en la Reserva Forestal Lote 93. Las plantas son extraídas del bosque y la condición es que morfológicamente presenten una altura promedio de 30 centímetros, con un sistema radicular lo más intacto posible. Las mismas son acumuladas en pequeños grupos de hasta 50 plantas, las cuales posteriormente son protegidas con bolsas de nylon.

Posteriormente son llevadas en vehículos a lugares de acopio temporal. Se realiza el zanjeo para la disposición temporal de plantas, protegiendo el sistema radicular.



ILUSTRACIÓN 5: (A) EXTRACCIÓN DE PLANTAS EN SECTORES DE REPIQUE. (B) ACOPIO DE PLANTAS PARA PLANTACIÓN.

Una vez ubicado en cada núcleo, se realiza el hoyado. De acuerdo a experiencias realizadas regionalmente la disposición de plantas en cada núcleo obedece a una equidistancia entre planta y planta conformando un diseño que permita contemplar la variabilidad del sitio. Las mismas constituyen experiencias de pequeña escala y por lo general muestran una figura regular en estrella. Operativamente y por la escala de las unidades de restauración se opta por el hoyado en cada núcleo que cumpla la cantidad de plantas por núcleo y cuya disposición se encuentre en función a las condiciones de cada lugar, por lo tanto la disposición de plantas no se ajusta a un patrón fijo en los núcleos de regeneración.



ILUSTRACIÓN 6: (A) TAREAS DE HOYADO EN DISTRIBUCIÓN IRREGULAR. (B) TAREAS DE PLANTACIÓN PROPIAMENTE DICHA.



4.3.4 Cronograma de Actividades

Las actividades de plantación propiamente dicha presentan una alta regularidad de trabajo debido a las condiciones climáticas de la región, lo cual circunscribe las actividades de plantación a los meses de mayo y setiembre, previa al inicio de nevadas permanentes y durante el deshielo.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE TAREAS DE RESTAURACION EN AREA  
DEGRADADAS POR INCEDIOS FORESTALES DEL PLAN PARA LA RESTAURACION DE LA RESERVA FTAL. DE  
PRODUCCION - LOTE 93 (TABLA 8)

Tarea/Actividad		Indicador	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	Definición de unidad de restauración	Superficie																									
2	Definición de puntos de almacenamiento temporal de plantas, picadas de transitabilidad.	Superficie																									
3	Acondicionamiento de plantas en sector de restauración	Nº plantas con atributos deseables																									
4	Selección y capacitación de operarios	Nº Plantadores																									
5	Marcación de límites y núcleos	Nº de Núcleos																									
6	Preparación y acondicionamiento del terreno	Nº de pozos																									
7	Plantación inicial	Nº de plantas																									
8	Plantación de fallas	Nº de plantas																									
9	Monitoreo de plantación	% Supervivencia																									
10	Monitoreo ambiental	Cuantificación																									
11	Concientización ambiental	Nº de visitas																									
12	Mantenimiento insumos operativos	Nº de herramientas																									
13	Procesamiento y evaluación de resultados	Informes Técnicos																									
14	Preparativos logísticos																										

**CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DEL VIVERO FORESTAL TOLHUIN**  
**DEL PLAN PARA LA RESTAURACION DE LA RESERVA FTAL. DE PRODUCCION - LOTE 93 (TABLA 9)**

Tarea/Actividad		Indicador	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
<b>Actividades de Repique Directo</b>																											
1	Identificación de áreas de repique	plántulas/Ha																									
2	Marcación de sitios en áreas de repique	Pla. ≤ 2 años (plantas/m²)																									
3	Limpieza de contenedores	Nº de Band/J. de Trab.																									
4	Extracción de plantas en sitios de repique	nº pla/sup.																									
<b>Actividades de Vivero Ftal. Lenga de Repique</b>																											
5	Preparación de sustrato	Rel. Org/Inog. (v/v)																									
6	Desinfección de sustrato																										
7	Llenado de bandejas de cultivo	Nº Band/Jor																									
8	Trasplante de plantas a bandejas de cultivo	Nº pla. Estab./m²																									
9	Manejo del cultivo por fases y técnica de ferti-irrigación	ppm. Nut/CE de Sol.																									
10	Control de renovaciones de aire y temperatura de cultivo	Registro de datos met.																									
11	Cosecha de plantas y selección	Sel. atrib. morf.																									
12	Medición de atributos morfológicos	Atrib. Morf.																									
<b>Actividades Cosecha de Semilla</b>																											
13	Identificación de áreas para cosecha	Caract. Rodal																									
14	Identificación de sitios y colocación de red de cosecha	Caract. Indiv.																									
15	Monitoreo y recolección en sitios.	Nº recorr/semana																									
16	Acondicionamiento para conservación																										
<b>Actividades de Vivero Ftal. Lenga de Simiente</b>																											
17	Preparación sustrato germinación	Crit. Operativos y físicos																									
18	Preparación de bandeja de germinación																										
19	Siembra y cuidados pos-siembra	% Ger. % Emerg.																									
20	Trasplante a bandeja de cultivo	Nº plantula viva/banj																									
<b>Actividades de Gerenciamiento, Ejecución y Administración</b>																											
22	Gestión de compras de insumos para vivero																										
23	Gestión y control de inversiones																										
24	Dirección de actividades																										

#### **4.4 Vivero**

Se presenta un vivero forestal cuya instalación se encuentra en el predio de la SDSyA Delegación en la Comuna de Tolhuin, como uno de los objetivos del proyecto mencionado precedentemente. Actualmente se utiliza para el acondicionamiento de plantas de lenga extraídas mediante la técnica de repique de áreas aledañas al sitio a restaurar. Continuando el proceso con la conservación de material vegetal, recolectado en aéreas de regeneración, en las instalaciones de vivero y que durante la etapa de reposo vegetativo son trasplantadas a envases individuales, donde el medio de cultivo empleado es formulado a base de turba de musgo sphagnum y perlita con el agregado en la preparación de un fertilizante solido granulado de liberación lenta (Basacote Plus 6M).



ILUSTRACIÓN 8: INVERNADERO INSTALADO PARA LA PRODUCCIÓN DE PLANTAS DE LENGA CON FINES DE RESTAURACIÓN EN LA COMUNA DE TOLHUIN, TDF. (FOTOS: DGB, 2011).

De las tareas complementarias y denominadas labores culturales que incluyen riego, fertilización, desmalezado y poda de raíces. Solo se realiza el riego y se ejecuta por la técnica de riego manual con agua de red, las demás tareas son impracticables por la tecnología de insumo utilizada en el proceso productivo. El

cultivo se desarrolla a nivel con el contacto directo de los envases sobre la superficie de suelo. Todo ha condicionado el crecimiento y desarrollo en sentido positivo y negativo para atributos individuales que resulta en un crecimiento desproporcionado de la planta, sin poder cuantificar la magnitud de lo que se observa en el vivero. El cultivo ha prosperado en apariencia efectiva, ya que se visualiza crecimiento de tallos, yemas y hojas, como del sistema radicular. Este último ha prosperado en el exterior del envase por el contacto directo del mismo con el suelo y la imposibilidad de auto-poda radicular por las características de diseño del envase utilizado. En observaciones y mediciones parciales que se llevan a cabo de un lote de plantas, se puede apuntar que la desigualdad de crecimiento de las plantas es otro aspecto a corregir del crecimiento de plantas en vivero.

La necesidad de acondicionar el vivero radica, al mismo tiempo, en que de acuerdo a las proyecciones realizadas, a partir del primer etapa del plan se pretende la producción de plantas cuyo 20 % proviene de la cosecha de semillas de sitios donde se establecen las redes de cosecha, este valor se incrementará paulatinamente hasta alcanzar el 100 % de producción de plantas de semillas. Para lo cual se prevé durante la primera etapa del pla el relevamiento de posibles áreas a seleccionar como productoras de semillas (APS), utilizando los criterios técnicos fácilmente identificables y cuantificables para los agentes de la DGB que lleven adelante el plan

Para el presente plan se pretende el acondicionamiento de la infraestructura existente a fin de contribuir a un mayor desarrollo tecnológico e incremento de la producción de plantas con atributos morfológicos deseables en términos silviculturales.

Para síntesis, se expone a continuación una serie de cuadros donde se pretende explicar la situación actual (problema) de la tecnología disponible en el vivero y la pretendida para

desarrollar el proceso. Posterior a ello se presenta una revisión técnica de los requerimientos ecofisiológicos de la especie *Nothofagus pumilio*, del modelo de producción propuesto con su fases de cultivo (tecnología de proceso) y de los insumos tecnológicos de producción identificados para tal proceso.

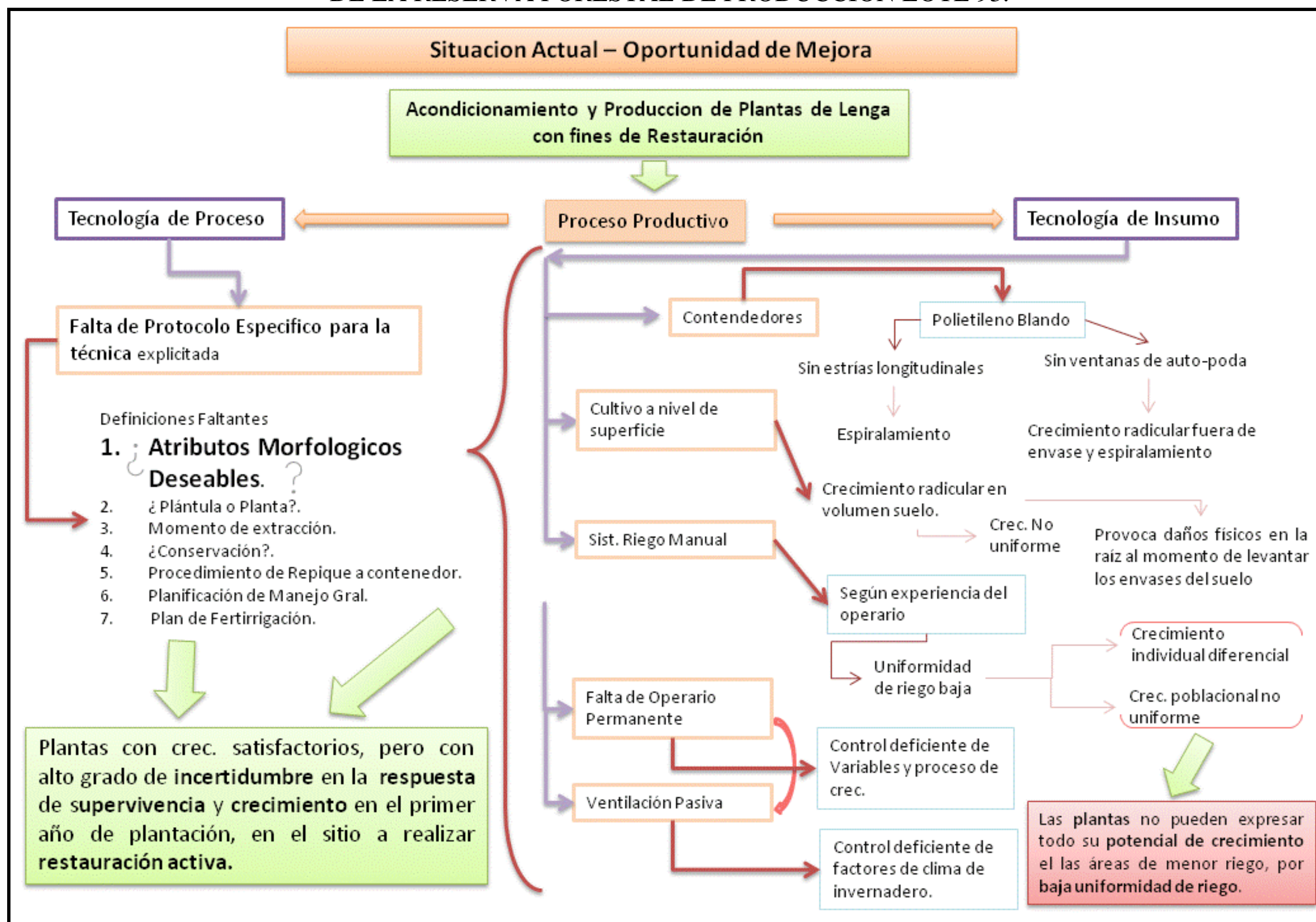


La síntesis fotográfica revela el proceso productivo actual en el vivero forestal de Lengua. Comenzando por el requieque de plantas extraídas del banco de plántulas que forma la especie para su perpetuidad, su conservación en recipientes deficientes. La preparación del sustrato a base de turba (3) perlita (1), con el agregado de fertilizantes sólido granulado de liberación controlada. A posterior, envase de cultivo en bolsas de polietileno blando, prendimiento en las filas de vivero y el crecimiento logrado en la temporada vegetativa 2011/12. Proceso de cultivo que pretende ser perfeccionado para hacer mas eficaz y eficiente la labor en vivero y en las tareas de restauración, mas precisamente en plantación.

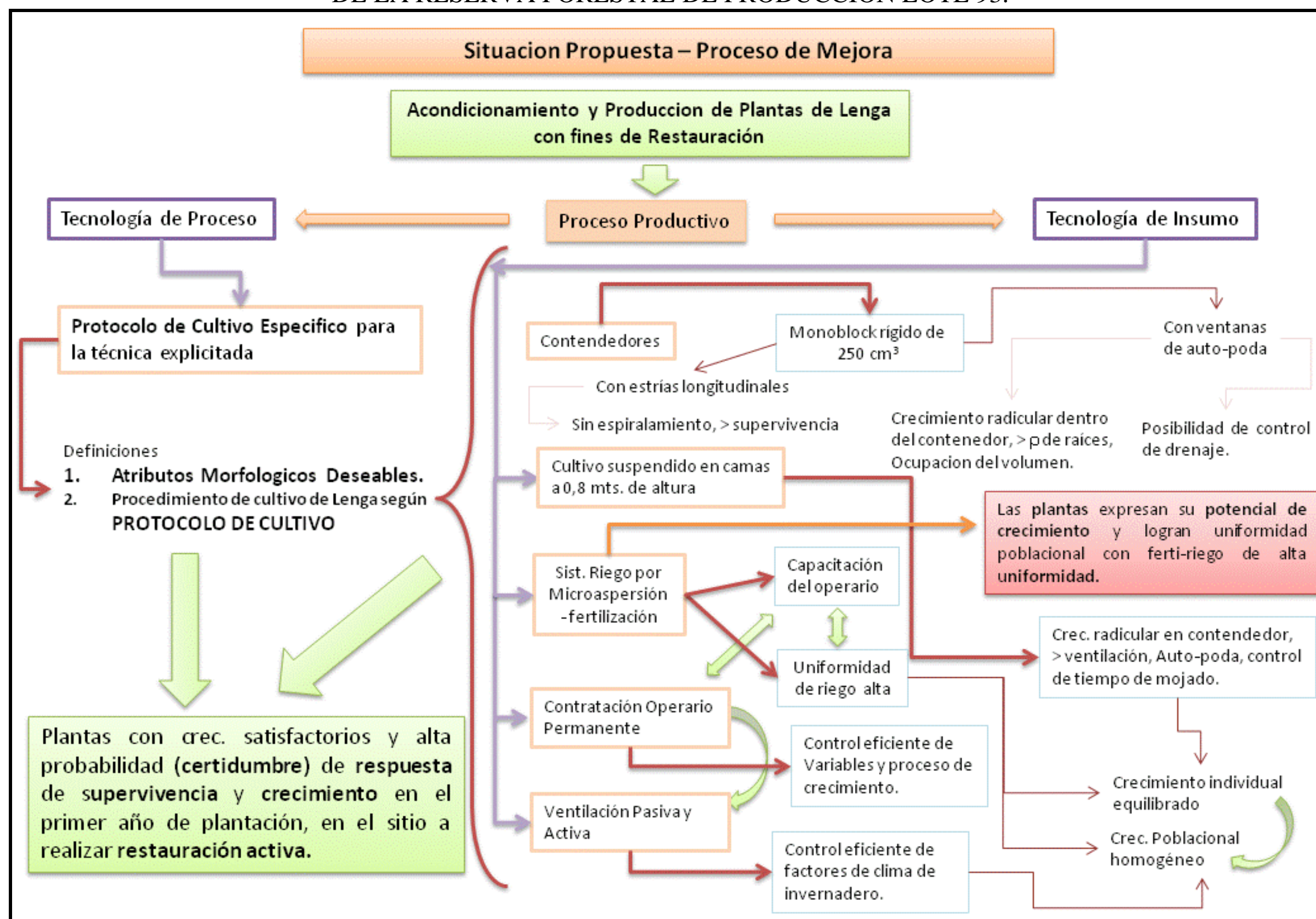
**ILUSTRACIÓN 9: PROCESO PRODUCTIVO ACTUAL EN VIVERO DE LENGUA EN TOLHUIN, TDF.**



CUADRO 1: SITUACION ACTUAL DE PRODUCCION DE PLANTAS EN VIVERO FTAL. TOLHUIN PARA LA RESTAURACION DE LA RESERVA FORESTAL DE PRODUCCION LOTE 93.



CUADRO 1: SITUACION ACTUAL DE PRODUCCION DE PLANTAS EN VIVERO FTAL. TOLHUIN PARA LA RESTAURACION DE LA RESERVA FORESTAL DE PRODUCCION LOTE 93.



#### **4.4.1 Ecofisiología del cultivo de *Nothofagus pumilio***

Se comporta como una especie semiheliófila (Schmaltz, 1992) o heliófila en estadios tempranos de su regeneración, teniendo en cuenta que no forma banco de semillas y si banco de plántulas que pueden subsistir en una condición aletargada hasta que se ofrezcan la condiciones para su crecimiento.

Loguercio (1995) citando a Lüscher (1989) expresa que el crecimiento vegetal está influenciado por una complejidad de factores ecológicos, los cuales están interrelacionados y varían rápidamente a causas de diferencias marcadas en pequeñas superficies. Esta consideración debe de representar las diversas situaciones en las que se desarrolla el bosque de lenga, por tal motivo nuestro cultivo debe generar la plasticidad suficiente para su supervivencia y de tales condiciones, debemos efectuar una correcta interpretación de los factores de crecimiento que controlamos en las instalaciones.

El cultivo de la especie lenga bajo condiciones edafoclimáticas total o parcialmente controladas y operadas por medio de un manejo. Son el resultado del aprovechamiento potencial de variables como la radiación, temperatura, ventilación, agua y nutrientes, además del aprovechamiento de las ventajas inherentes de la correcta elección del medio de crecimiento. Conocer el aprovechamiento que una masa forestal hace de tales recursos en relación a conceptos fisiológicos del crecimiento y desarrollo, permite el trazo de un manejo adecuado y posterior ajuste con las experiencias de cultivo para lograr el crecimiento objetivo que depende de la capacidad de expresar el potencial genético a través de su fisiología (Daniel et. al., 1982).

En primer término, el crecimiento de la plantas es proporcional a la captación de recursos lumínicos en cantidad y calidad. La radiación como variable de crecimiento es precursor en el proceso de fotosíntesis. La radiación que llega al cultivo incide en los procesos fisiológicos a través de su intensidad, calidad y duración. La intensidad es en nuestra region una limitante del recurso por el posicionamiento geográfico y también se ve disminuido en ambientes de la region cordillerana por la influencia orográfica y la alta nubosidad que presenta toda la region insular austral.

La planta como respuesta a esta variable (intensidad) posee lo que se denomina el punto de compensación lumínica, definido por Daniel et. al., (1982) como la intensidad de CO<sub>2</sub> consumida en la fotosíntesis, que es igual a la cantidad desechada en la respiracion. En lenga el punto de compensación lumínica de 50  $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ , similar a los valores expresados por coihue de Magallanes (*Nothofagus betuloides*) estos son para plantas adultas (INEDITO<sup>2</sup>). Como se menciona en reiteradas ocasiones, la lenga en estadios tempranos de regeneracion bajo condiciones de escasa intensidad lumínica forma bancos de plántulas que persisten hasta ocho años bajo el dosel, esto hace pensar que su punto de compensación lumínica es variable según las condiciones, además de otros actores ambientales como temperatura, nivel de nutrientes y potencial hídrico (Daniel et. al., 1982).

---

<sup>2</sup> INEDITO: Documento en papel que posee la DGB-TDF desarrollado, posible capitulo de trabajo que realizara la empresa TRILLIUM en Chile, para el Proyecto “Rio Cóndor” – sector insular chileno de la isla grande de Tierra del Fuego.

La respuesta fotosintética (fotosíntesis neta) de la planta aumenta en la medida que aumenta la intensidad lumínica hasta un valor de saturación denominado punto de saturación lumínica. Es el valor a partir del cual el aumento de intensidad lumínica no se ve reflejado en la tasa de fotosíntesis, que para lenga es de  $1078 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  (INEDITO<sup>1</sup>) muy superior al valor que presenta la especie perenne de *Nothofagus* en estas latitudes ( $737 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ). También se menciona en el informe que lenga realiza fotosíntesis en un rango de radiación menor al de guindo de Magallanes.

Todos estos valores permiten reflexionar sobre las capacidades de crecimiento que ofrece la lenga con disponibilidad total del factor principal en la ecuación de producción. Sumado a la capacidad de mantener fotosíntesis neta positiva en períodos largos de duración diurna. La limitante estructural en el ecosistema es la menor intensidad lumínica que hay en la región insular, resultado de la alta latitud que se expresa en las alturas de culminación de sol para la temporada de crecimiento, inferior a los de otras regiones más ecuatoriales.

Como se menciona anteriormente la tasa de fotosíntesis es dependiente de otros factores ambientales y nutricionales de la planta. Como factor ambiental, la temperatura es decisoria a la tasa neta de asimilación. Una temperatura de cultivo alta conduce a alta fotosíntesis y en la medida de su creciente aumento la tasa de respiración del cultivo se incrementa en tal sentido. Daniel et. al., (1982) señala que el intervalo óptimo de temperatura para la fotosíntesis varía según la especie y el ecotipo, indicando que para árboles de zonas templadas este valor oscila en el intervalo de  $18^{\circ}\text{C}$  a  $25^{\circ}\text{C}$ .

La nutrición en las plantas afecta la fotosíntesis positivamente en la medida que los macro nutrientes esenciales están disponibles en cantidades suficientes. La tasa de fotosíntesis máxima potencial aumenta linealmente con la concentración de nutrientes en la hoja (Field y Money, 1986). Altas tasas de fotosíntesis máxima se han asociado con hojas de vida breve (Reich et al., 1992). Las altas tasas de recambio foliar son necesarias para evitar el autosombreado y mantener las altas tasas de fotosíntesis (Field, 1983; Field y Mooney, 1986; Schmid y Bazzaz, 1994) en Frangí et. al. (2005).

También influyen en su disponibilidad y la capacidad de captación por parte de la planta la temperatura del medio y la disponibilidad de agua. La disponibilidad de nutrientes influye directa e indirectamente, en la eficiencia del proceso fotosintético por su requerimiento a nivel de procesos biológicos y de forma indirecta por la expansión foliar y desarrollo diamétrica del tallo.

El estado nutricional de plántulas de lenga de regeneración muestra un contenido de nitrógeno foliar de 1,77% (INEDITO<sup>1</sup>). *Nothofagus pumilo* presenta como la otra especie decidua del bosque subantártico de tierra del fuego, una mayor concentración de nitrógeno foliar que la especie perenne. En lenga, este valor de concentración del nutriente limitante principal del crecimiento asociado a la disponibilidad hídrica, permite un provecho continuo de la radiación incidente aun en horas críticas como desde el medio solar hasta la declinación de la radiación global.

El cultivo bajo invernadero permite el control de otro factor como el viento, que actúa en forma perjudicial de manera directa e indirecta. En forma directa sobre la lámina foliar, la conjunción de vientos de alta intensidad y baja temperatura produce quemado en el borde de



la lámina o una disminución de la expansión foliar por disminución del crecimiento. Como consecuencia directa se ve disminuido el área efectiva de fotosíntesis; además de pérdidas de brotes sin lignificación y yemas. La interacción negativa indirecta del viento de alta intensidad es las pérdidas de humedad del sustrato o suelo aun en presencia de días diáfanos o no. También el aumento de transpiración de la planta, lo que coloca a la misma en una situación de estrés que conduce al cierre estomático y disminución de la tasa fotosintética.

La lenga realiza el proceso de fotosíntesis bajo condiciones de claridad por periodos prolongados de 10 hs en plántulas y de 12hs en adultos que crecen en el bosque. Pero este proceso se ve altamente afectado en condiciones de escasa radiación global, como en el sotobosque. La prolongada actividad fotosintética y la mayor conductancia hidráulica del xilema implican una mayor capacidad de transportar agua hacia las hojas, y potencialmente, mayor tasa de fotosíntesis por la capacidad de mantener las estomas abiertas en condiciones de menor disponibilidad de agua (INEDITO<sup>1</sup>). Esta estrategia de producción supone que la lenga no sufre el proceso de fotoinhibición en momentos de alta incidencia de radiación particularmente durante el mediodía solar, a causa de una temperatura moderada. Quero et al., (2004) especifican que la fotoinhibición es un proceso que implica una reducción en la ganancia de carbono (Werner et al., 2001) y puede ser resultado del cierre de estomas al producirse un aumento de la temperatura de la hoja con la alta radiación.

La evapotranspiración edáfica que estima la transpiración de las plantas y la evaporación desde el suelo es mayor en la lenga, similar al guindo, ambos el doble que en el ñirantal (Frangí et al., 2005). Esto hace de la lenga una especie que para mantener la tasa de crecimiento requiere de disponibilidad hídrica, aunque puede mantener fotosíntesis en condiciones de baja disponibilidad. No siendo por lo último una especie conservadora del recurso, convirtiendo a la misma en la especie decidua y del género de *Nothofagus* en la isla como menos eficiente en el uso del agua (EUA).

Los requerimientos nutricionales de la lenga y el uso en la productividad son mencionados en Frangí et al. (2005) exponiendo a Ewel y Hiremath (1998) que sostienen que la eficiencia en el uso de nutrientes (EUN) es un indicador de la efectividad con la cual los nutrientes esenciales facilitan la productividad; es una medida de la productividad por unidad de nutriente disponible.

Los requerimientos nutricionales evidencian, según lo expresado en los porcentajes de nitrógeno foliar, altos valores de consumo para el mismo. La especie presenta valores de concentración de N, P y K elevados, cuando el suministro de agua y nutrientes no es limitante. Indicando que las hojas de la lenga muestran una secuencia decreciente de macronutrientes  $N > Ca > K > P > Mg$  (Frangí et al., 2005).

La secuencia de nutrientes demandada, evidencia que el elemento limitante del crecimiento en primer término es el nitrógeno. En el estudio de los ecosistemas boscosos y en diferentes ambientes la utilidad de índices permite el análisis del comportamiento de los componentes y su interacción. En tal sentido, Mazzarino y Gobbi (2005) señalan que generalmente se considera que el nutriente que es más conservado por la vegetación es el más limitante. Proponen el indicador de proficiencia de reabsorción determinada a través de la concentración de nutrientes en hojas senescentes. Frangí et al. (2005) cit. a Ingstedt y Ågren (1988), Mazzarino y Gobbi (2005) mencionan el cociente N/P como indicador del o los nutrientes

limitantes en el crecimiento. El primero, citando a Koerelman y Meulenman (1996) y Verhoeven et. al. (1996) precisan que en plantas terrestres el cociente N/P es 10 y el desvío del valor de referencia es indicativo de un desbalance nutricional,  $N/P > 10$  limita el P y  $N/P < 10$  limita el N. Precisando que para lenga la absorción del nutriente limitante es restringida para N ( $N/P = 8$ ). A diferencia de Mazzarino y Gobbi (2005), que destacan que la lenga a igual que otras especies del bosque andino patagónico es proeficiente en la reabsorción del N y no así del fósforo. Pero el cálculo de cociente N/P empleado por estos, identifica a la lenga como única especie que se asocia a deficiencia de N y de P.

El uso de estos indicadores permite conocer que el N se comporta como el nutriente limitante en el crecimiento de los bosques de *Nothofagus pumilo*. Para el P, si bien el cociente de N/P lo señala como un nutriente limitante potencial, la asociación micorrícicas es la estrategia de adaptación (Mazzarino y Gobbi, 2005; Frangí et. al. 2005) a suelos ácidos con indisponibilidad de P por precipitado.

Los requerimientos de nutrientes en las especies deciduas es mayor a la especie perenne presente en la isla, lenga particularmente demanda  $135 \text{ Kg.ha}^{-1}$  de N,  $61 \text{ Kg.ha}^{-1}$  de K,  $24 \text{ Kg.ha}^{-1}$  de P y  $97 \text{ Kg.ha}^{-1}$  de Ca (Frangí et. al., 2005). Este resalta que el requerimiento de Ca para la especie es superior al doble de los requerimientos de las otras dos especies del género presentes en los bosques fueguinos. Parte de los requerimientos son cubiertos por medio de la retraslocación desde la misma planta y otra desde el suelo forestal, principalmente desde la capa orgánica. Al respecto, el autor concluye que lenga es la especie con mayores requerimientos y absorción de nutrientes. Mazzarino y Gobbi (2005) concluyen que las diferencias en requerimientos y circulación de nutrientes de las especies indican la necesidad de establecer un manejo diferencial de la fertilización y pautas de manejos en viveros.

Otro aspecto no menos importante en la capacidad de crecimiento y desarrollo de las especies de *Nothofagus* es la asociación micorrícicas, estrategia que permite la captación de nutrientes, que por sí mismo verían limitados su absorción por el sistema radical. Esta estrategia es altamente favorecida en condiciones edáficas sin saturación, Frangí et. al., (2005) destaca la facilitación en absorción del fósforo en suelos ácidos. Efecto importante en suelos de baja calidad, que es el resultado de las extensas hifas que absorben iones liberados por minerales del suelo o microorganismos y los traslocan, a través del micelio, hacia la raíz de la planta huésped (Melin y Nilsson, 1950 en Daniel et. al., 1982).

La micorrización es una herramienta de disponibilidad en los viveros forestales con objetivos de restauración. En tales condiciones, la asociación micorrícicas puede conducir al éxito de supervivencia en los años posteriores de la plantación e inclusive de un crecimiento diferencial respecto a plantas que no reciban este manejo en el vivero. Condición que no se ve favorecida en suelo que han sido perturbados y la presencia de estructuras de resistencia de hongos micorrícicos no estén disponibles en los sitios. CTPF (2009) cit. a Singer y Morello (1960), la asociación micorrícica como unidad biológica, tiene mayor plasticidad que cualquier otro elemento forestal sin micorriza. Por tal razón, las especies del género *Nothofagus* se distribuirían tan homogéneamente en los bosques mixtos, permitiendo a este género ser más agresivo y resistente a condiciones adversas, logrando mantenerse en áreas deterioradas, permitiéndole actuar a las especies de este género como pioneras.

*Nothofagus*, al igual que otros géneros de especies arbóreas de alto valor forestal forman asociaciones con especies fúngicas del orden basidiomicetes. Al igual que el resto de los

*Nothofagus*, se asocian en forma natural con ectomicorrizas (INFOR, 2001; Horak, 1979). La mayoría de las especie micorrícicas asociadas a *Nothofagus* corresponden al género *Cortinari* (Garrido, 1988 cit. en CTPF, 2009).

La micorrización en los viveros forestales es una práctica cultural con el objetivo de brindar una serie de ventajas competitivas a la planta en su supervivencia y crecimiento en los sitios de plantación definitivos. Las ectomicorrizas favorecen el crecimiento y desarrollo de las plantas hospedantes por diversos mecanismos. Frank (1885) luego de su descubrimiento plantea para este hongo superior, la capacidad de absorber nitrógeno orgánico y disponerlo para el hospedante (teoría del nitrógeno) y Stahl (1900) cimiento la teoría de los hongos en su funcion de vellosidades absorbentes; ambas teorías aceptadas en posterior (Daniel et. al., 1982). Hoy se pueden enumerar una serie de ventajas fisiológicas y físicas para el crecimiento y proteccion ante otros agentes fúngicos, estas son:

- Mayor absorción de nutrientes y agua.
- Solubilidad aumentada de minerales.
- Proteccion de raíces ante patógenos.
- Produccion de hormonas de crecimiento.
- Movimiento de carbohidratos de una planta a otra.

La fertilización es una técnica que se lleva a cabo de diferentes formas, la tecnicas de inoculación varían según la tecnología dispuesta en el vivero y del tipo de produccion que se lleve a cabo en el mismo. Pueden ser simple como la inoculación de suelo a más complejas como la inoculación de suspensión miceliar, esta ultima como metodo mas seguro de éxito. Un metodo simple y con buenos resultados en la inoculación con suspensión de esporas. Peñuelas y Ocaña (2001) lo indican como un metodo sencillo, económico y práctico, que puede ser ejecutado por cualquier viverista con conocimientos mínimos y en cualquier tipo de vivero. Además, resaltan la mayor variabilidad genética cuanto mayor número de carpóforos son recogidos y cuanto mayor distancia de un sitio a otro de recolección, siendo la variabilidad garantía de adecuación al medio.

La asociación micorrícicas permite en *Nothofagus* el crecimiento en condiciones críticas cuando la disponibilidad de nutrientes es limitante por diversos factores. En los viveros patagónicos que cultivan especies nativas en contenedores bajo condiciones de atmosfera controlada y con programas de fertirriego, la micorrización es una práctica que no resulta satisfactoria. Las plantas cultivadas en vivero en sustrato artificial y bien suministrada de agua y nutrientes, probablemente no se micorrizará, o lo hace con alguna especie de difícil supervivencia en el campo (Peñuelas y Ocaña, 2001). Dumroese (2008), la aplicación de micorrizas se recomienda, especialmente si la plántula está destinada a sitios abiertos sin vegetación cercana. Sin embargo, su proliferación en el sustrato de los contenedores no siempre es exitosa, debido a que el Nitrógeno incorporado en la fertilización normalmente las inhibe. Cuando el material producido está destinado a ser plantado en el interior del bosque, como puede ser un enriquecimiento de la plantación nativa, la inoculación de micorrizas no es necesaria debido a que el sustrato superficial normalmente contiene una gran cantidad de estos hongos.

En el vivero para la producción de lenga, la micorrización como método debe contener en su evaluación de implementación, varios aspectos para obtener resultados satisfactorios.

Primero, la disponibilidad de un agente fúngico con posibilidades de supervivencia y capacidad de colonización del medio con alteración intensa. Para lo cual se considera conveniente la utilización de especies micorrícicas de áreas cercanas a donde se lleve a cabo el proyecto de restauración. *Nothofagus pumilo* forma asociaciones con diversas especies de hongos micorrícicos, muchos se mencionan en Horak (1979). Esta variación en la asociación de especies se presenta en toda la isla grande de tierra del fuego (altitudinal y latitudinalmente) y a través de su ocupación latitudinal en todo el territorio continental.

Segundo factor de evaluación, el momento de inoculación y el método a implementar son determinantes en el grado de infección. Peñuelas y Ocaña (2001) reiteran que la simbiosis se produce en condiciones edáficas no favorables para el crecimiento de la especie individualmente. Precizando que las altas tasas de fertilización no permiten la asociación. Escobar, Mexal y Dumroese (2008) coinciden con lo expresado por los autores, precisan que en principio – para viveros forestales que la tecnología propuesta – la fase de endurecimiento es la más apropiada para ensayar la micorrización. El método de suspensión de esporas mencionado por Peñuelas y Ocaña (2001) parece ofrecer la oportunidad de éxito, la alternativa de inocular suelo es desventajosa por el uso de un sustrato inerte y al alta probabilidad de introducción de patógenos, recomendando este método con posibilidad de uso en cultivo a raíz desnuda.

En viveros forestales destinados al cultivo de *Nothofagus* con la tecnología aquí propuesta, no mencionan insectos plagas que pueden actuar en desmedro de la calidad del material a obtener. Esto condiciona a una supervisión continua para detectar posibles agentes causales de daño, principalmente aquellos que poseen aparatos masticadores y chupadores. Su acción sobre plántulas en estadios tempranos provocan una disminución del área foliar fotosintéticamente activa que ocasiona consecuencias variables según el momento en el cual ocurre el daño. En fases tempranas del crecimiento en vivero la disminución del área fotosintética se ve reflejada en el crecimiento del material que puede ser descartado por los deficientes atributos morfológicos en la selección de material durante la cosecha. En fases finales del cultivo un ataque de insectos chupadores o masticadores, estos últimos principalmente, no permiten una traslocación de nutrientes de las hojas a órganos de reserva en *Nothofagus* deciduos. Situación que compromete la supervivencia a campo de los individuos afectados en vivero.

Los aspectos considerados más relevantes en cuanto a la ecofisiología de la especie lenga y que son expresados aquí, en conjunción con la metodología de cultivo propuesta e implementada por los viveros forestales de Patagonia norte. Permite a continuación describir sintéticamente el proceso de cultivo en fases. Con las técnicas de manejo prescriptas para cada una de ellas.

#### **4.4.2 Tratamientos Pre-germinativos**

Acondicionada la semilla y en conocimiento de los atributos del lote cosechado o conservado de campañas anteriores, se prescribe para el cultivo tratamientos pregerminativos con la finalidad de una germinación uniforme y en el menor tiempo posible. Para la ejecución debe conocerse el origen de la inhibición temporal en la germinación de la semilla, además de los métodos para romper tal inhibición.



#### **4.4.2.1 Letargo Endógeno-Fisiológico**

Las semillas de especies frondosas presentan en general algún tipo de letargo en su germinación, como mecanismo de control con el propósito de perpetuar la especie (Peñuelas y Ocaña, 2001). Existen diferentes orígenes en el letargo de las semillas, pudiendo ser de origen exógeno o endógeno y estos a sus ves se diversifican según el fundamento de su origen en físicos, mecánicos, fisiológicos, etc. Para una mejor interpretación de los letargos y sus orígenes se presentan a continuación un esquema conceptual.

Figuroa et. al., (2004) citando diversos autores describe que un grupo importante de especies de la región templada de los bosques australes presentan semillas con una latencia fisiológica innata y leve, que es interrumpida cuando las temperaturas disminuyen durante el invierno (Figuroa et al. 1996). Este tipo de latencia fisiológica presenta probablemente un mecanismo de retraso de la germinación ubicado en el embrión (Baskin & Baskin 1989). Esta latencia se debería a que el balance entre la concentración de giberelina y ácido abscísico presente en la semilla no es el adecuado para la germinación (Bradbeer 1988). El letargo o latencia puede variar dentro de un género o en la misma especie en función de su procedencia. (Tuley, 1989; Lebed, 1991; Martínez Pastur et. al. 1994) cit. por Martínez Pastur et. al., (1997), (Arnold, 1999) cit. por INFOR, (2001) y CTPF (2009) precisan que las semillas de *Nothofagus* poseen latencia endógena o fisiológica, que se asume controlada por hormonas. Especificando que la presencia de ácido abscísico actúa como inhibidor de la germinación.

En su ambiente natural este mecanismo opera como regulador del proceso de germinación de las semillas en condiciones adversas y posibilita – mediante su ruptura – dicho evento cuando las condiciones permiten a la plántula resultante, su establecimiento. Todo esto es un mecanismo para regular y asegurar la regeneración y perpetuidad de la especie in-situ. Cuando la regeneración es mediante la intervención antrópica con objetivos de restauración, donde se plantea la implementación de diferentes herramientas como son la cosecha de semillas y se cultivo en medios ex-situ, como la instalación de viveros, en los cuales se procede en el control de variables edafoclimáticas. Para ejecutar una operación eficiente de un vivero, se necesita una germinación rápida y uniforme, completamente opuesto a lo que la latencia natural está adaptada a lograr. Por consiguiente, se necesita diseñar tratamientos para romper la latencia (Willan, 1991).

#### **4.4.2.2 Tratamientos Pregerminativos**

Los tratamientos que se aplican a las semillas son funcionales al origen de su latencia y específicos en cuanto a intensidad para lograr su ruptura en cada especie. Se prescriben diferentes tipos de tratamientos que pueden actuar sobre el mismo origen.

Para especies como *Nothofagus pumilo* que presentan latencia endógena o fisiológica. Schinelli, (2008) recomienda un tratamiento de la semilla para romper su letargo compuesto de dos etapas; primero, la colocación de la simiente en agua para su remojo y a posterior, realizar el método de estratificación.

La lixiviación o remojo de semillas persigue el objetivo de remover los inhibidores químicos presentes en la cubierta (CTPF, 2009).

En lengua específicamente, Tejera et. al., (2008); Schinelli (2008) indican el método de estratificación frío-húmedo. Para esto recomiendan colocar la semilla en una bolsa de Nylon

que permitan el intercambio gaseoso y colocar en cámara de frío un tiempo determinado. Con el objetivo de simular condiciones naturales de humedad y frío, necesarios para activar o desencadenar procesos fisiológicos, los que permiten a la semilla la facultad de germinar. A diferencia de lo ocurrido en la naturaleza donde es un proceso irregular, en el vivero se corresponde a un procedimiento con el objetivo de acelerar y uniformar la capacidad germinativa y la energía germinativa. Los autores destacan que un periodo de estratificación de 60 días y control de temperatura se requirió 28 días para lograr una germinación del 100%. El CTPF (2009) destaca para lenga la técnica de estratificación en arena húmeda a 2°C por 45 días, reportando valores de capacidad germinativa en un intervalos de 80% a 94%.

Podemos concluir que según datos expresados por los autores, la lenga presente una alta variabilidad por causas explicadas anteriormente (productividad y viabilidad cíclica); además, como menciona Willan (1991), la latencia puede variar con la fuentes semilleras en las especies con amplio rango altitudinal, indicando que semillas de las fuentes más altas y frías, podrían exhibir mayor latencia que en elevaciones más bajas.

Concluimos que cualquiera de los métodos señalados es factible de implementación en el vivero y de estricto requerimiento para lograr los objetivos productivos de forma eficiente y racional en la optimización del recurso. También se deduce que debe actuarse según la procedencia altitudinal como la geográfica. En consideración de la amplitud que muestra la especie en su distribución geográfica y posicional en los bosques andino-patagónicos.

#### **4.4.3 Siembra**

La siembra de *Nothofagus* para su cultivo en vivero atiende a variables intrínsecas de la especie, requerimientos climáticos y de manejo para su éxito y otras de carácter extrínseco, determinantes en aspectos de dimensionamiento o escala del proyecto como en la estructura de costos de inversión y de operatividad.

Los aspectos fisiológicos para su potencial germinativo son resueltos con los tratamientos específicos desarrollados. Continuando con los factores netamente productivos, cuando la semilla se encuentra optima. Las variables edafoclimáticas son decisivas en el éxito de esta etapa. El tipo de sustrato, granulometría, propiedades fisicoquímicas y optimización de tareas operacionales, son relevantes (esto desarrollado en capítulo de medios de cultivo para viveros a raíz cubierta). Aquí se detallan los materiales utilizados en la siembra de lenga para su posterior repique a contenedores definitivos hasta su cosecha. A continuación, se destacan las variables climáticas principales que regulan el proceso, que son principalmente la temperatura y la humedad, detallando datos específicos para la especie y su manejo en el vivero. Por último, se particulariza la operatoria de siembra y la de repique, con los objetivos de asegurar el éxito del cultivo.

##### ***4.4.3.1 Sustrato y Almaciguera***

Como se detalla en el capítulo correspondiente a sustrato y su selección, el vivero propone la utilización de un material orgánico como la turba y uno o dos materiales inorgánicos, con diferentes aportes fisicoquímicos y su aporte a la granulometría del sustrato en combinación con la turba en pos de la mejor relación de porosidad.

El cultivo de especies nativas de los bosques andino patagónicos se ha desarrollado con la utilización de recursos locales y productos regionales de la extensa área que los componen, además de productos foráneos hoy en desuso por su incidencia en el costos de producción.

Del margen oriental de la cordillera se emplea para el cultivo de nativas la turba como sustrato orgánico de procedencia en su totalidad del sector argentino de Tierra del Fuego y la arena volcánica como aporte inorgánico con la finalidad de comprometer una porosidad de aireación más acorde a las necesidades del cultivo.

Los viveros que producen o han realizado experiencias en el cultivo de nativas del Género *Nothofagus*, emplean un sustrato mezcla de turba y arena volcánica (50%-50%) (Lugano y Schinelli, 2004; Tejera et. al., 2008; Schinelli, 2008). Esta mezcla les aporta principalmente capacidad de retención de humedad, una buena relación de aireación-retención y un equilibrio químico. Enricci y Massone (2004) señalan que la relación 50-50 utilizada en un principio fue modificada a posterior. Desde el año 2004, estos componentes se variaron en una relación 60%-40% (turba-arena vol.), con el objetivo de aumentar la capacidad de retención de humedad y de intercambio iónico.

La bandeja de germinación pretendida es la ofertada al mercado por la marca Dasplastic, a continuación se presentan sus características técnicas.

Características de la Bandeja Almaciguera	
<b>l Largo</b>	620mm
<b>Ancho</b>	360mm
<b>patas</b>	7
<b>Altura</b>	70mm
<b>drenajes</b>	22 orificios
<b>Peso aproximado</b>	1,05 kg
<b>Material</b>	Base poliolefinas

TABLA 10: VALORES TECNICOS DE BANDEJA ALMACIGUERA (WWW.DASSPLASTIC.COM.AR).



ILUSTRACIÓN 10: BANDEJA DE GERMINACION DASSPLASTIC PROPUESTA PARA EL VIVERO. EN SU CARA INFERIOR POSEE ORIFICIOS PARA EL DRENAJE DEL MEDIO.

#### 4.4.3.2 Variables Climáticas de la Siembra y Repique

El cultivo de una especie por medio de métodos de propagación sexual como la lenga, requiere del conocimiento de variables climáticas para su germinación. Sin estos, los análisis de atributos de calidad fisiológica y los tratamientos pregerminativos no habrán servido a los fines de un vivero forestal con objetivos de producción en forma eficaz y eficiente.

Como factores climáticos a controlar en todo proceso de germinación son la temperatura y humedad de sustrato y del ambiente; se trata aquí solo las variables en el interior del invernadero. La lenga como todas las especies tiene un rango de temperatura a la cual se desencadena el evento, pero posee una temperatura ideal que permite el logro del objetivo de esta etapa. Cuyo propósito es la germinación uniforme de todo el lote de semillas y en el menor tiempo posible, con el fin de concentrar tareas de repique e implementar las labores culturales de forma no diferenciada. Además, reduce la probabilidad en la ocurrencia de enfermedades que afecten la plántula.

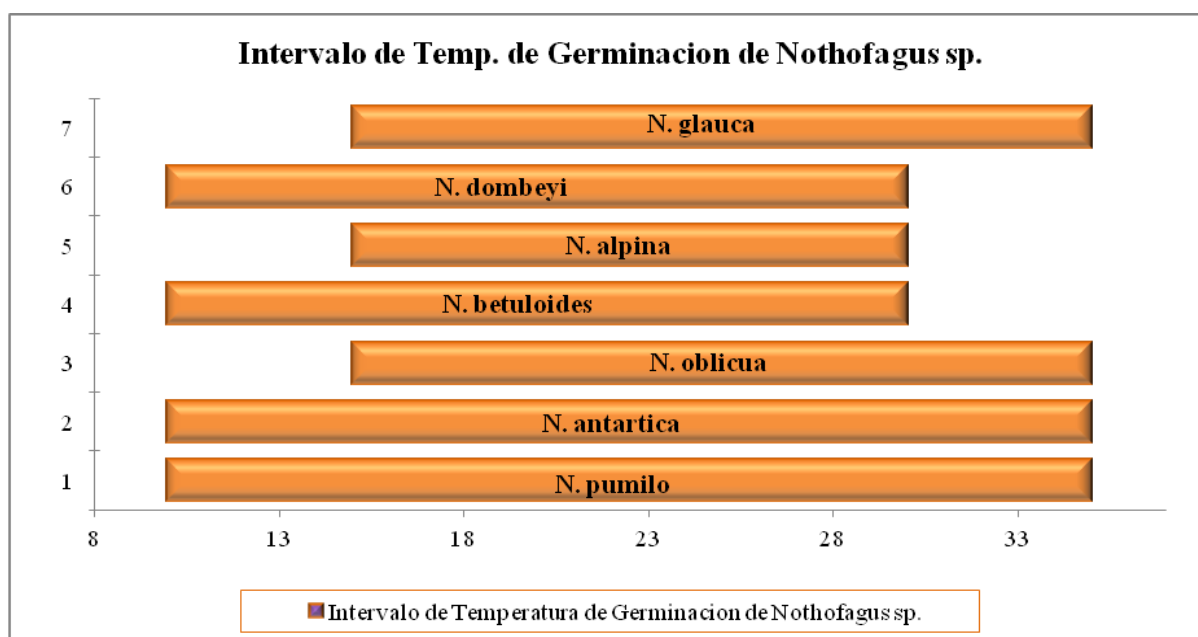


GRÁFICO 1: INTERVALO DE TEMPERATURAS DE GERMINACION DE NOTHOFAGUS SP. (ESCOBAR, 2008). EL CONOCIMIENTO DE ESTE RANGO PERMITE PLANIFICAR LA SIEMBRA EN EL MOMENTO A PARTIR DEL CUAL PODRÁ DESENCADENARSE EL PROCESO SIN SUMINISTRO DE CALEFACCIÓN, CON LA DESVENTAJA QUE EL PROCESO ES LENTO Y DESUNIFORME LO QUE INCREMENTA LAS PROBABILIDADES DE OCURRENCIA DE ENFERMEDADES.

Como se destaca en el grafico la temperatura optima de germinación para lenga es de 19°C, con ello se logra una germinación uniforme y rápida. Con esta temperatura y humedad a saturación en la superficie de los sustratos donde se localiza la semilla, el tiempo de germinado es aproximadamente de 24 días (Tejera et. al., 2008).

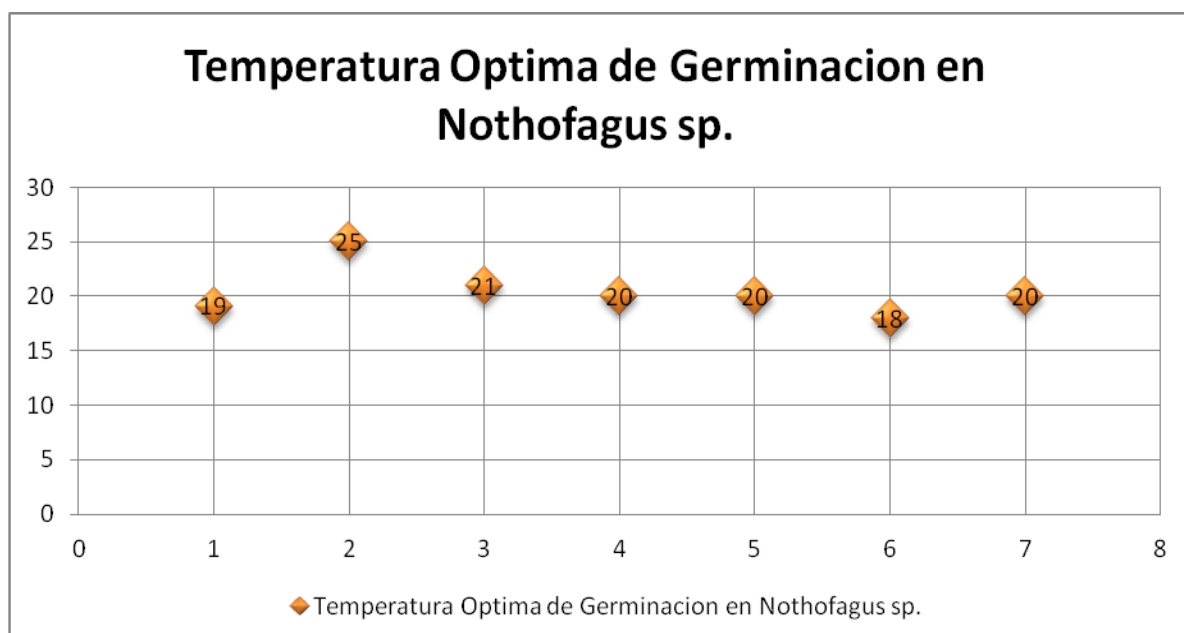


GRÁFICO 2: TEMPERATURA OPTIMA DE GERMINACION PARA DIFERENTES NOTHOFAGUS (ESCOBAR, 2008). LA PROVISION DE UNA TEMPERATURA OPTIMA DURANTE ESTA ETAPA PERMITE UNA RAPIDA Y UNIFORME GERMINACION, REDUCIENDO LAS PROBABILIDADES DE OCURRENCIA DE ENFERMEDADES COMO DUMPING OFF Y PERMITE UN MANEJO GENERAL DEL LOTE POR LA UNIFORMIDAD DEL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL CULTIVO.

La semilla depositada en el sustrato solo se cubre por el material adyacente con una profundidad máxima de 0,5 cm, según lo recomendado por (Schinelli, 2008).

El repique se realiza durante el mes de septiembre al finalizar (tejera et. al., 2008). La tarea es en forma manual, (Schinelli, 2008) precisa que la tarea de repicado debe atender a las siguientes cuestiones:

- Momento óptimo: antes de desplegarse los cotiledones.
- Sustrato de tubetes humedecido a saturación.
- Mínimo tiempo de exposición de la raíz.
- Raíz recta en el orificio del sustrato.
- No tocar ápice radical.

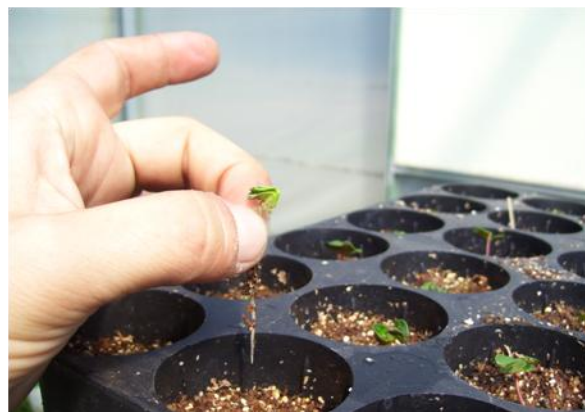


ILUSTRACIÓN 11: METODO MANUAL PARA REALIZAR LA TAREA DE REPICADO EN PLANTULAS DE LENGA (FUENTE: SCHINELLI, 2008). TANTO EL EVITAR TOCAR EL ÁPICE RADICAL, COMO LA COLOCACIÓN CORRECTA DE ESTE EN EL ORIFICIO DEL CONTENEDOR DEFINITIVO, SON CONCLUYENTES EN EL ÉXITO DE LA TAREA DE REPICADO. COMO EN LA CALIDAD MORFOLÓGICA DEL PRODUCTO OBTENIDO AL FINAL DE LA TEMPORADA DE CULTIVO. ESTO ÚLTIMO, FUNDAMENTADO EN QUE UNA COLOCACIÓN DEFECTUOSA CONLLEVA A UN MAL CRECIMIENTO EN EL CONTENEDOR.

#### **4.4.4 Modelo de Crecimiento y Etapas de Cultivo**

La producción de plantas forestal se desarrolla mediante dos métodos posibles: raíz desnuda y raíz cubierta. Ambos permiten en la actualidad la combinación de un abanico de tecnologías. Nuestra propuesta, circunscripta a la segunda opción, con un nivel de actuación sobre los parámetros edafoclimáticos del medio de crecimiento y fisiológicos de la planta presuponen una condición óptima para lograr los objetivos de cantidad y calidad de material en un tiempo y espacio factible desde la condición de recursos limitantes que se nos plantea.

En vivero, la producción requiere de la planificación para establecer un manejo coordinado y lograr a tiempo el producto deseado. El cultivo – según especie – varía en sus requerimientos de los factores edafoclimáticos del crecimiento, por lo que los viveros definen etapas consecutivas donde las prácticas culturales se adecúan a los requerimientos instantáneos. El cultivo de plantas forestal diferencia cuatro etapas o tres (si no se considera la germinación): etapa de establecimiento, etapa de rápido crecimiento y etapa de endurecimiento o rustificación.

La duración e intensidad es función de consideraciones en la planificación general como el periodo de crecimiento sujeto a la especie y al nivel de control sobre variables ambientales. De este surge el tiempo de cultivo, que para el proyecto se establece 1+0, que corresponde a una temporada de crecimiento en contenedor.

Los viveros patagónicos que producen plantas forestales exóticas y nativas plantean un método de producción acelerada, como el planteado para el vivero Paider-forestal (Enricci y Massone, 2004), el vivero INTA-Trevelin plantea el mismo modelo de crecimiento (Tejera et. al., 2008) al igual que viveros de productores privados.

A continuación se describe el manejo de las principales variables ambientales y edáficas, para cumplimentar los objetivos de cada una de las etapas de cultivo. En cada una de ellas se programa los intervalos de control en el manejo de la temperatura ambiente dentro del invernadero, control de humedad mediante ventilación natural, metodo también utilizado para

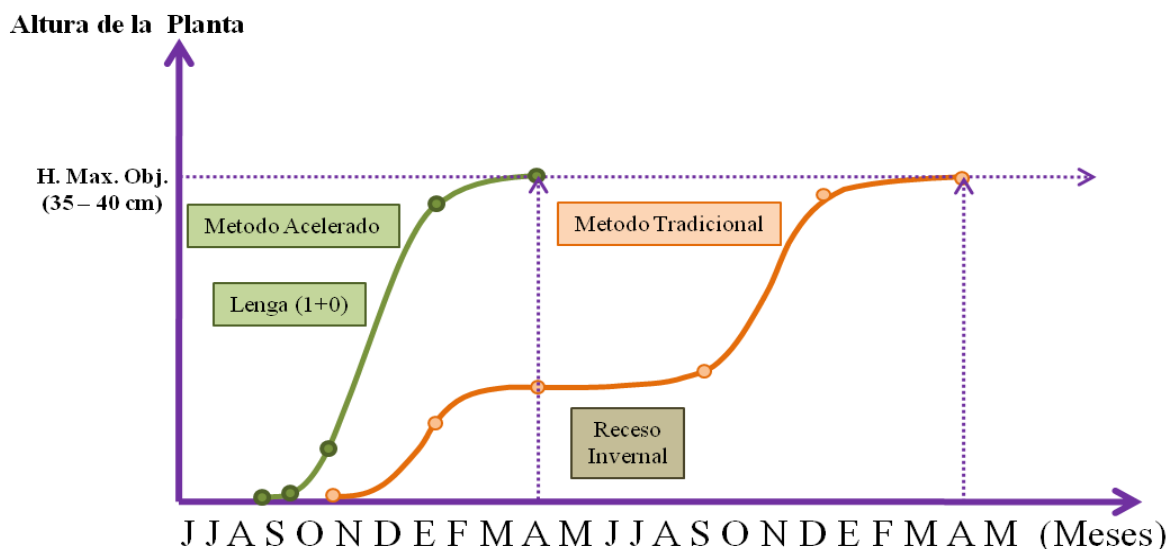


ILUSTRACIÓN 12: MODELO DE PRODUCCION ACELERADO VS MODELO TRADICIONAL (ADAPTADO DE ENRICCI Y MASSONE, 2004). EL MODELO AQUI PROPUESTO SE PRETENDE DE IMPLEMENTAR CUANDO EL PLAN DE TRABAJO SE DESARROLLE EN SU TOTALIDAD CON LA OBTENCION DE PLANTAS POR SEMILLAS (2° Y 3° ETASPAS DEL PLAN DE RESTAURACIÓN). LA 1° ETAPA CONSIDERA EL MODELO PROPUESTO SIN LA PROFUNDIDAD DEL MISMO POR SER EL MAT. DE CULTIVO PROVENIENTE DE BANCO DE PLANTULAS.

lograr la tasa de renovación de aire bajo la estructura y mantener una temperatura umbral máxima que no actúa en desmedro del crecimiento. La planificación del riego por microaspersión con el suministro de nutrientes a través de esta tecnología, con el control de variables edáficas que admitan ajustar la planificación propuesta.

No se considera el uso de tejidos media sombra para intervención en pos de disminuir la temperatura en el interior de la estructura durante las fases de establecimiento y rápido crecimiento. La justificación en la negativa de implementación, radica en la alta ocurrencia de nubosidad que reduce drásticamente la radiación directa incidente y la frecuencia de vientos fríos que actúan como atemperantes de posibles temperaturas perjudiciales. Esto está condicionado por el manejo de renovación del aire interno, quien regula dicha temperatura.

Además como se menciona en párrafos anteriores, el periodo de crecimiento, la menor intensidad de radiación por elevada latitud, las temperaturas medias bajas aun en temporada primavero-estival y una serie de desventajas mas; siendo la temperatura propiedad del volumen de aire que ocupa la estructura (y su posibilidad de altas tasas de recambio con ventilación lateral). Todo ello, con lo que es más importante, la ventaja adaptativa de la lenga – como especie del bosque fueguino en comparación con *Nothofagus* perennes – de realizar y mantener tasa positivas de fotosíntesis aun durante las horas de mayor intensidad de radiación, mayores temperaturas y por consiguiente mayor demanda evapotranspirativas. Permiten considerar en un manejo intensivo, el mantenimiento de niveles de agua cercano a capacidad de sustrato, con una baja tensión matricial que permite al flujo en pos de mantener la mayor proporción de estomas abiertos durante el tiempo que la radiación global consienta

obtener tasas positivas de fotosíntesis (Tasas por encima del punto de compensación). Complementado con niveles altos de nitrógeno para maximizar dichos beneficios, esto considerando al nitrógeno como nutriente limitante principal del crecimiento en lenga.

#### **4.4.4.1 Fases del Cultivo de *Nothofagus pumilio***

##### **a) Fase de Establecimiento**

Inmediatamente de la germinación y emergencia de plántulas, cuando se realiza el repique a contenedor definitivo, consideramos el cultivo en tal etapa. Las condiciones ambientales para lograr un óptimo establecimiento son: temperatura del sustrato, oxigenación del sustrato y humedad del mismo.

La provisión de un rango de temperatura es condicionante para permitir una tasa de división celular y un crecimiento de los órganos vegetativos de la planta, se pretende en principio un direccionamiento del crecimiento y desarrollo del sistema radículas. Escobar (2008) detalla el rango y la temperatura óptima para el crecimiento radical de lenga, obtenidos por el laboratorio de fisiología de plantas de UDEC. El rango de crecimiento óptimo radicular es de 3°C a 25°C y la temperatura óptima es de 12 °C. Durante el establecimiento y crecimiento rápido, el manejo de un intervalo de temperatura en la estructura de entre 12°C y 19°C se fundamenta en la necesidad de lograr tasas de crecimiento que no vean limitaciones por factores ambientales y si por disponibilidad y relación de macronutrientes con propósito de direccionar el crecimiento. Tejera et al., (2008) indican un rango de temperatura de entre 17 °C y 22 °C para las diferentes etapas. Daniel et al., (1982) precisan que el intervalo óptimo de temperatura para la fotosíntesis varía según la especie y el ecotipos, pero se encuentra por lo general entre 18 y 25°C.

La pretensión de un intervalo más amplio en el control de temperatura tiene su razón en el rango de temperaturas para el crecimiento radical, privilegio de su desarrollo por sobre la estructuras aéreas y la conveniencia de reducir la temperatura nocturna para disminuir la respiración de las plantas. En el cultivo de exóticas forestales en la Patagonia, Enricci y Massone (2004) estipulan que la temperatura no debe bajar de los 12°C en nacimiento y de los 8°C en posterior, las máximas no deben superar los 25°C.

La humedad ambiente es regulada dentro de la estructura por medio de ventanas laterales, siendo por lo general en los viveros la conveniencia de una humedad inferior a 70% y superior al 60%. Ambientes saturados de vapor o con altos valores predisponen junto con las altas temperaturas la ocurrencia de enfermedades. También debe de considerarse que valores de humedad baja y temperaturas en los valores cercanos a los óptimos, conducen a una demanda evapotranspirativa mayor.

Los valores de HR en la fase de establecimiento en general no son menores al 80% (Schinelli, 2008), dado el tamaño y susceptibilidad del cultivo a una condición de estrés provocado por aumento de temperatura y baja humedad.

La evaporación en la fase de establecimiento será altamente incidente en el flujo del incipiente crecimiento vegetativo, relación que se invierte en las fases siguientes. Landis et. al., (1992) presentan una tabla de valores de déficit de presión de vapor de agua – función de la temperatura y humedad relativa ambiente –. Lo expresado respecto al intervalo de

temperatura de cultivo (12°C a 21°C) para el establecimiento conjuntamente con los valores de HR planteado, resultan en valores de presión de vapor por debajo del límite tolerable.

Se debe prestar atención a la variación de las variables ambientales mencionadas, consecuencia de la necesidad de ventilación por diversos motivos. Este fenómeno tiene como ventaja la remoción del ambiente saturado en la zona estomática y por ende la demanda transpirativa y su consecuencia positiva en la fijación de CO<sub>2</sub> traducido en una mayor tasa fotosintética. Con calma, el aire que rodea una superficie evaporante forma una capa frontera y si la humedad de esta capa es alta puede reducir en gran medida la transpiración y la evaporación (Peñuelas y Ocaña, 2001).

La renovación del volumen de aire mediante el uso de aperturas laterales o ventiladores de circulación forzada del aire en la estructura, principalmente el primero, son los métodos más económicos para asegurar la mayoría de condiciones ambientales para el óptimo crecimiento del cultivo. La renovación permite en horas tempranas establecer condiciones correctas para la fotosíntesis, en lo que respecta a los valores de CO<sub>2</sub> se restituye valores disminuidos durante la noche; además de la disminución de temperaturas máximas como disminución de la HR en horas de mayor insolación.

El manejo de las tres variables ambientales considerando su interacción y sinergismo en el crecimiento de la planta son de vital importancia para cumplir los objetivos de cada fase del cultivo. Una disponibilidad de CO<sub>2</sub> adecuada durante el día, la provisión de una temperatura óptima para el desarrollo radical y humedad para asegurar el flujo de transpiración junto con la disponibilidad de nutrientes y niveles de humedad del sustrato son conducentes a tales logros.

Las variables edáficas o del sustrato sometidas a manejo discrecional mediante su planificación en los viveros que producen plantas en contenedores bajo invernadero son: Humedad y Nutrientes.

La planificación del riego o fertilización, en la propuesta tecnológica de producción de lengua “el fertirriego”, estipula la planificación del riego mediante la determinación de capacidad de sustrato por resultado del peso y establece valores umbrales mínimos para el riego según las demandas y objetivos de cada fase. Tejera et al., (2008) prescriben el cálculo de la lámina de reposición utilizando como criterio de necesidad de riego el momento en el cual las bandejas alcanzan un 80% del contenido máximo de agua en peso.

La fertilización en la fase de establecimiento debe direccionar el crecimiento principalmente al órgano radicular. El nutriente limitante del crecimiento, según lo expresado en ecofisiológica de *Nothofagus pumilio* es el nitrógeno, siendo para otros autores la asociación a tal condición del fósforo. En consideración con el modelo de producción para la etapa de establecimiento, donde el objetivo principal es el anclaje de la plántula y desarrollo vegetativo del sistema radicular, se considera como nutriente principal de la etapa el fósforo.

Por ello el nutriente de mayor disponibilidad es el fósforo (P), continuado del potasio (K) y en menor medida el nitrógeno (N); una formulación conveniente estimula el crecimiento radical y favorece la resistencia de la plántula pequeña ante el ataque de plagas y enfermedades por la provisión de K. La menor cuantía de N es conveniente por la esterilidad del medio de



crecimiento que se utiliza y por posibles síntomas de intoxicación cuando este sobrepasa valores recomendables en el estadio temprano.

Los viveros forestales patagónicos, al igual que los establecimientos en EE.UU, utilizan para los cálculos de fertirriego el método de fertilización constante. La cantidad de cada nutriente depende de la especie, ecotipos y de las condiciones de crecimiento. Normalmente para la etapa de establecimiento se establece un óptimo de 100 ppm de P e igual concentración para K y la mitad para N (50ppm) (Landis et. al., 1989; INFOR, 2001; CTPF, 2009; Escobar Rodríguez, 2007). Al respecto para el cultivo de lenga en el vivero de INTA-Trevelin, Schinelli (2008) presenta una planificación de la etapa de establecimiento con una concentración inicial de 50 ppm, que luego asciende a 100ppm para P.

“El programa de fertirriego a utilizar es brindado en apoyo técnico por el INTA-Esquel, campo experimental Trevelin. Donde la Tec. Ftal. Universitaria Schinelli, Teresa se desempeña como responsable del vivero Ftal. de especies nativas y quién ha sido, es y será de consulta permanente para el desarrollo del presente plan en lo referido al cultivo de lenga en vivero.”

#### ***b) Fase de Crecimiento Rápido***

La etapa de crecimiento rápido tiene por objetivo el crecimiento exponencial de los órganos vegetativos, principalmente en longitud del tallo y el desarrollo de los primordios foliares y expansión foliar. El sistema radical durante esta etapa debe ocupar la totalidad del volumen. El fin de esta fase se considera cuando la altura del tallo se encuentra en la longitud objetivo.

La permanencia estipulada depende de diversos factores, como el momento de siembra y la posibilidad de ofrecer las condiciones edafoclimáticas para tales procesos. En general la duración promedio en viveros que cultivan a raíz cubierta con atmósfera controlada es de 3 meses (Landis et. al., 1992). Los viveros INTA-Trevelin y PAIDER-UNSUB (ciudad de Esquel) en sus planificaciones para el cultivo de lenga y pino ponderoso programan una duración de 8 semanas.

Durante su desarrollo las variables ambientales son modificadas para potenciar el crecimiento exponencial del cultivo. Como se menciona en la fase anterior el crecimiento óptimo de las especies arbóreas de zonas templadas se produce en un rango de 18°C a 25°C (Daniel et. al., 1982). El control de la temperatura en la noche es un factor importante para no favorecer el proceso de respiración que actúa en desmedro de la fotosíntesis neta. Las variables ambientales complementarias (HR y oxigenación) son planteadas con iguales criterios de manejo que en la fase anterior. Landis et. al., (1992) indica que el crecimiento radical en todo el volumen hace al cultivo menos susceptible a la disminución de la HR o aumento de temperatura que provoquen un valor mayor de déficit de presión de vapor.

El cambio sustancial en el manejo se produce en las variables edáficas. El suministro de nutrientes principalmente el N, aumenta al doble o más. Aquí la disponibilidad de N es fundamental como nutriente limitante del crecimiento, Landis et. al., (1992) mencionan que en especies de lento crecimiento las tasas de suministro de N pueden duplicarse respecto de especies de rápido crecimiento; destacando el valor normal de concentración de 150ppm.

Es posible un incremento considerable del N en el cultivo de lenga, que se explica por el crecimiento exponencial que muestran las plántulas in-situ, cuando son liberadas las masas forestales y tiene total acceso a la captación de luz, sumado a la disponibilidad de nutrientes que ocurre en los claros por el ciclado del mismo a través de la materia orgánica lábil producto de la descomposición de detritos finos. También el aumento de temperatura asociado en condiciones naturales al aumento de intensidad de radiación. Todo ello hace pensar con asidero, que valores de concentración de N equilibrados con los demás nutrientes para favorecer el sinergismo, permiten un crecimiento notable en esta fase. Concepto que Mexal (2008) menciona como optimo por permitir llegar a la etapa de endurecimiento del los atributos morfológicos y no llegar con una curva de crecimiento ascendente.

La fertilización en lenga es decisiva como herramienta que posibilite el logro de los objetivos morfológicos de calidad. Un elemento no menor en el bosque fueguino de *Nothofagus caducos* es el Ca (calcio) demanda que en lenga es el doble de lo requerido por ñire. Su incorporación en la dieta está presente desde la etapa de establecimiento, con su pico de suministro en la fase de rustificación. Schinelli (2008) destaca para la etapa la necesidad de requerimiento de S en una relación con N de 1:15. Además, recuerda la necesidad de incorporar una dieta con micronutrientes en forma balanceada.

La frecuencia y intensidad de riego plantea su determinación al igual que para la etapa anterior y siguiente. Para simplificar el manejo del mismo y por la necesidad de fertilizar mediante un metodo constante la programación del riego planteada es la utilizada en el cultivo de lenga por INTA-Trevelin (Schinelli, 2008). El exceso de agua es tan perjudicial como la falta de agua (Landis et. al., 1992), se escases provoca la disminución de la fotosíntesis por motivos ya explicados. El objetivo, fijado en el nombre de la fase, plantea la disponibilidad a discreción de los factores ambientales. A sabiendas que lenga se comporta de manera más elástica que el ñire, cuando la intensidad de radiación y la temperatura se ven incrementadas. Manteniendo niveles de fotosíntesis altos por no producirse el cierre estomático. Aunque es importante destacar la menor eficiencia en el uso del agua por lenga, lo que sugiere un punto de atención en el manejo de riego.

Escobar Rodríguez (2007) indica que durante la etapa, nunca debe ser sometido el cultivo a una condición de estrés. El riego tiene una duración que visualice el goteo en la parte inferior del contenedor. A esto añadimos que en consideración de la fertilización a través del sistema, como se explica en planificación de riego, a posterior de la operación se continúa con la aplicación de agua sin fertilizante, con el propósito de lavar restos de sales de la superficie foliar y mantener niveles de CE sin consecuencias fitotóxicas sobre el cultivo.

### ***c) Fase de Endurecimiento o Rustificación***

El objetivo general es lograr la planta tipo para el sitio específico (Escobar, 2008). La etapa supone la finalización del crecimiento vegetativo del tallo y un crecimiento en el área transversal del mismo (diámetro) y un crecimiento radical (Landis et. al., 1992; Escobar Rodríguez, 2007; Peñuelas y Ocaña, 2001).

Es importante recordar que no solo se pretende el desarrollo de estos atributos morfológicos. Más importante por su dificultad de lectura directa en vivero y su incidencia en el supervivencia, establecimiento y crecimiento durante los primeros años en el sitio de plantación definitiva, es el logro de los atributos fisiológicos. Con ello nos referimos a la

resistencia al frío, resistencia a estrés hídrico, capacidad de crecimiento radical, capacidad fotosintética, etc. Además, los atributos químicos como el nivel de nutrientes en raíz y tallo para la lenga (permiten el desarrollo foliar en la brotación de yemas y foliación), el nivel nutricional de Ca, como elemento estructural ayuda la resistencia de la planta ante agentes bióticos y abióticos adversos. El K confiere a la planta niveles de resistencia al estrés producido por diversas causas; una que puede ser común en climas templados fríos, es el estrés fisiológico por bajas temperaturas y baja humedad con consecuencias y síntomas semejantes al estrés hídrico con altas temperatura prolongadas.

Las variables ambientales y edáficas se modifican en pos de conducir a la planta al endurecimiento – del crecimiento del año como brotes y raíces (Landis et. al., 1992) – y hacia una latencia de los tejidos meristemáticos (meristemo apical y radical).

Esta etapa se platea subdividida para acondicionar secuencialmente la planta a las condiciones subsiguientes. El crecimiento radical en esta etapa va acompañado del crecimiento diametral del tallo, para estimular este crecimiento en detrimento del longitudinal el descenso de la temperatura y cambios en la dieta fertilizante, a valores que permitan tales procesos. La disminución del intervalo de temperatura es gradual combinado con la disminución del fotoperiodo inducen a la latencia de tejidos de crecimiento.

La planificación en etapas de la rustificación se hace considerando las ondas de crecimientos, mediante el manejo de la temperatura y la fertilización para lograr en principio el objetivo diametral y a posterior el crecimiento radicular. Landis et. al., (1992) menciona que la duración de la etapa se acerca a 8 semanas. Igual a lo planteado por Escobar Rodríguez (2007) y (2008), Tejera et. al., (2008), Enricci y Massone (2004) y Schinelli (2008).

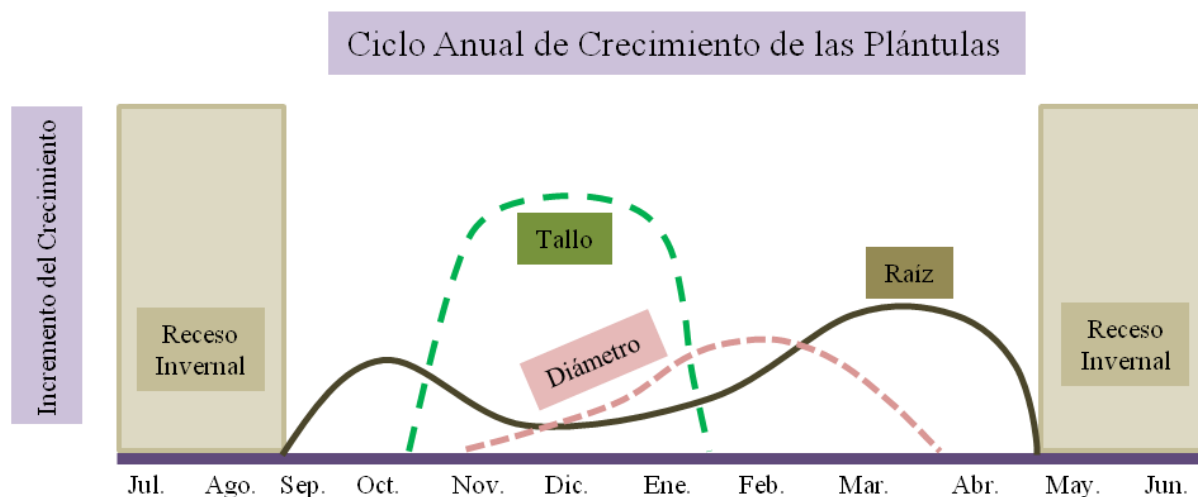


ILUSTRACIÓN 13: CICLO ANUAL DEL CRECIMIENTO DE PLANTAS ESPERADO BAJO EL MODELO DE CULTIVO PROPUESTO POR FASES. EL LOGRO DE LAS ONDAS DE CRECIMIENTO QUE EXPRESAN EN EL TIEMPO SON EL RESULTADO DEL MANEJO DE VARIABLES EXTRÍNECAS E INTRÍNECAS DEL CULTIVO.

Hay diferentes métodos para conducir a una planta hacia una condición de endurecimiento que permita su supervivencia a campo. Escobar Rodríguez (2007) destaca que la son amplios los rangos de valores en los cuales el cultivo puede continuar su crecimiento, principalmente en especies perennes. Indicando que los cuatro factores ambientales y edáficos se pueden manipular para su objetivo.

En lo referente a manejo de la etapa en el cultivo de lenga se propone la manipulación de la temperatura, el riego y la fertilización.

Para la primera variable el manejo se plante mediante la apertura de ventanas laterales que permitan una renovación continua del volumen de aire. Debe considerarse la imposibilidad de cumplir con tales tareas dadas las condiciones de clima local, por la intensidad de sus fenómenos meteorológicos (viento) y por el cambio radical e imprevisto de los mismos.

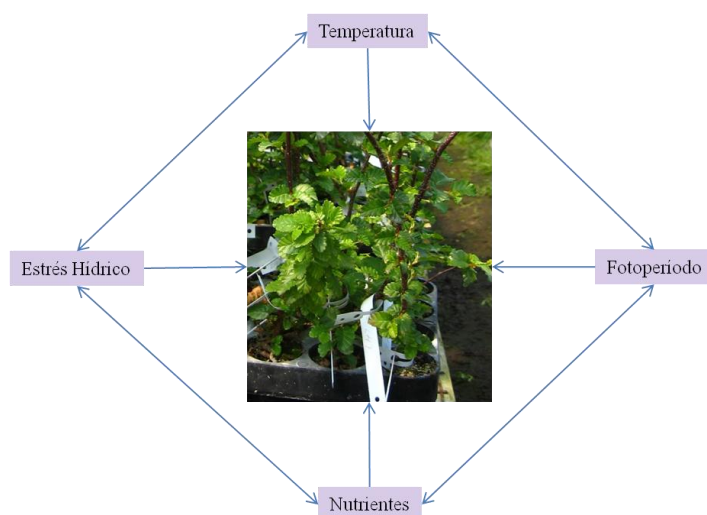


ILUSTRACIÓN 14: FACTORES CONDICONANTES DE LA RUSTIFICACION DE PLANTAS EN EL CULTIVO DE LENGA (ADAPTADO DE LANDIS, 1992).

Durante la etapa, el cultivo se somete a condiciones de estrés generado por falta de agua de baja intensidad y alta frecuencia. Vilagrosa et al., (s/f) cit. a Levitt (1980) quien señala que es posible que una planta aumente su resistencia a un estrés determinado sometiéndola a dosis subletales de ese mismo estrés. En muchos casos, la resistencia adquirida a un factor de estrés también confiere mayor resistencia a otros factores de estrés. La frecuencia de riego pasa a dos riegos semanales en un primer momento y finalmente se reduce a un riego semanal. Los viveros Paider-UNSUB e INTA-Trevelin planifica la etapa de rustificación subdividida en

tres etapas, para las cuales el riego transcurre de dos riegos semanales en la primera, a continuación vuelve a tres riegos y en la última solo se ofrece un riego semanal (Enricci y Massone, 2004; Tejera et. al., 2008; Schinelli, 2008).

La fertilización concurre nuevamente a un incremento de los valores suministrados de P y K, dos elementos relacionados con el crecimiento radicular (aquí para la segunda onda de crecimiento) y para acular reservas así como optimizar la capacidad de resistencia a estrés de diversas índoles. Schinelli (2008) plantea en la planificación y formulación de soluciones madres para las diferentes etapas, 100 ppm de K para la segunda y tercera etapa de rustificación y 50ppm para la primera.

También en esta etapa se pretende la reducción de suministro de N, la fundamentación para tal propósito radica en que niveles altos de este nutriente son conducentes a una excesiva permanencia de hojas fotosintéticamente activas en fases finales del cultivo, lo que imposibilita la traslocación de nutrientes a diferentes órganos de la planta.

Por último, todo este manejo en la fase de endurecimiento puede favorecer la micorrización indispensable para plantas que su sitio definitivo son áreas de restauración. Peñuelas y Ocaña (2001) mencionan la micorrización en la rustificación, cuando tanto la fertilización como el riego están estrictamente controlados en niveles bajos, lo que parece indicar que estas condiciones son las más adecuadas para el desarrollo de las micorrizas.

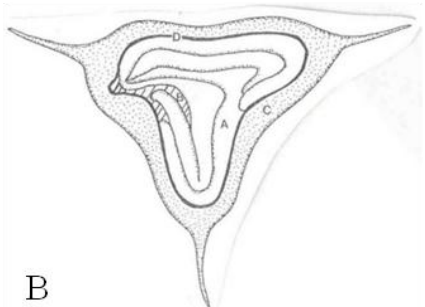


ILUSTRACIÓN 16: SEMILLA DE LENGUA Y ESQUEMA DE CORTE TRANSVERSAL QUE MUESTRA SU MORFOLOGÍA INTERNA. (A) SCHINELLI, 2008; (B) MARTINEZ PASTUR, 2004; (C) WWW.CHILEFLORA.COM, 2006

#### 4.4.5 Semillas de *Nothofagus pumilio*

El género *Nothofagus* presenta en su mayoría especies arbóreas. Pero por condiciones principalmente climáticas y por la plasticidad que evidencian algunas de sus especies en cuanto al gradiente latitudinal y altitudinal, se comporta como de hábitos de crecimiento arbustivos. En su mayoría son plantas monoicas, que presentan ambas estructuras florales en el mismo pie. Y su medio de perpetuación de la especie en condiciones naturales in-situ es la simiente. Aunque en condiciones de medio totalmente adversas desarrolla otro medio de perpetuación (Martínez Pastur, 2002).

*Nothofagus pumilo* (Poepp. Et Endl.) Krasser perteneciente a la familia Fagáceas, produce frutos denominados aquenios. Estos de unos 8 mm de largo, están recubiertos por una cúpula coriácea

La floración de los *Nothofagus* ocurre desde septiembre a diciembre, pero puede variar en función de la altitud y la latitud (Donoso, 1974), ocurriendo la dispersión de semillas en los meses de abril a mayo.

Como se menciona anteriormente es una especie que además de desarrollarse en un amplio espectro latitudinal, posee la plasticidad morfológica para adaptarse a un amplio gradiente altitudinal. Martínez Pastur et. al. (1997) expresan que la variación fenotípica se produce a medida que aumenta la altitud, esta se evidencia a través de la existencia de gradientes de morfometría y en la germinación de semillas para los bosques erectos. Siendo la propagación clonal la estrategia de supervivencia para bosques achaparrados, por encima de los 600 msnm.

##### 4.4.5.1 Producción de Semillas

La producción de semillas varía en los sucesivos años, además de presentar una alta variación correspondiente a la altitud en que se encuentra. Veblen et al. (1986). Frangi et. al. (S/F) expresan, que sumado a la variación interanual, los *Nothofagus* presentan una variación inter-sitio en la producción de semillas en el mismo año. La variación cíclica, plantea Martínez Pastur et al (2004) podría ser explicada por el tipo de dispersión de polen, que es anemófila. Haciendo la polinización muy dependiente de las condiciones climáticas durante el tiempo en el cual transcurre el proceso.

Fenología de Nothofagus pumilo y Nothofagus antarctica													
Carácter	Especie	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Explosión de yema	N. p												
	N. a												
Caída de Hoja	N. p												
	N. a												
Floración	N. p												
	N. a												
Caída de semilla	N. p												
	N. a												

TABLA 11: FENOLOGÍA DE NOTHOFAGUS PUMILO (LENGA) Y NOTHOFAGUS ANTARTICA (ÑIRE) (ADAPTADO DE VEBLEN ET. AL., 1986; RUSCH, 1993). ESTAS ESPECIES, PRINCIPALMENTE LA LENGA, EVIDENCIA EN EL TRABAJO DESARROLLADO POR RUSCH (1993) VARIACIONES EN EL COMPORTAMIENTO FENOLÓGICO EN FUNCION DEL COMPONENTE ALTITUDINAL EN EL TERRITORIO INSULAR Y PRINCIPALMENTE EN LA REGION CORDILLERANA, DONDE OCUPA TODO EL GRADIENTE ALTITUDINAL.

Esta variación interanual de producción de semillas debe ser tomada en cuenta para la provisión de simiente al vivero. A esta variación en la cantidad de semillas producidas, debemos sumar la alta variabilidad fisiológica. Schmidt (1991) indica que la variabilidad fisiológica está altamente relacionada con la variabilidad de la producción, en coincidencia con lo expuesto por Frangí et al. (S/F). Rusch (1992), Veblen et al. (1986) dicen que esta variabilidad –en la cantidad de simiente producida- se alterna con picos de producción en ciclos regulares cada 6 u 8 años. Otros investigadores hablan de ciclos de semillación con picos de producción cada cinco años. Escobar (2008) expresa la fructificación periódica del género, y especifica una periodicidad de tres años para *Nothofagus pumilo*. Concluyendo que la producción cíclica de simiente nos asegura la calidad de la semilla en el pico de producción.

La productividad interanual de un bosque está relacionada a múltiples factores, donde los climáticos son los de significativa importancia; los factores intrínsecos a la calidad de sitio, no menos importantes, por su correlación en la viabilidad y productividad anual. Al respecto, Veblen T. et. al. (1986) señalan que en adición a la alta variación anual en producción de semillas, hay una variación inter-sitio significativa. Y señala producciones de 560 mil y 1.44 millones de semillas/ha para un sitio y de 4.3 millones y 10.13 millones de semillas/ha para otro sitio de muestreo ubicado a similar altitud y latitud. Martínez Pastur et. al. (2004) destaca una producción para el año 1998 de 280 mil a 1.26 millones de semillas/ha para un muestreo realizado en un bosque sin intervención. Schmidt (1991) coincide en señalar, que la producción de semillas refleja una variabilidad correspondiente a ciclos de producción. Destacando en los valores de los ciclos de producción de lenga una variación interanual que va desde las 500 mil a 12 millones de semillas/ha.



Año	1996	1997	1998	1999	2003	2004
Producción de semillas de <i>Nothofagus pumilo</i> (Sem/ Ha) en diferentes Regiones						
Penitente (CH)	6.575.000	58.333	75.000	141.667	sd	sd
Monte Alto (CH)	4.958.000	1.116.592	225.000	675.000	sd	sd
Russfin (Isn-CH)	sd	3.666.666	sd	2.283.333	sd	sd
E. San Justo (Ins-AR)	sd	sd	sd	sd	2.327.381	961.000

TABLA 12: PRODUCCION DE SEMILLA DE *NOTHOFAGUS PUMILO* EN REGIONES CONTINENTALES DE CHILE E INSULARES DE CHILE Y ARGENTINA (ADAPTADO DE SCHMIDT Y CALDENTY, 1999; MARTÍNEZ PASTUR, 2004). LOS VALORES PRESENTADOS PARA LOS AÑOS 2003 Y 2004, SON DE ÁREAS DE BOSQUE SIN INTERVENCIÓN. EN TANTO QUE LOS VALORES EXPUESTOS PARA LAS DIFERENTES REGIONES DE CHILE SON PRODUCTO DE DIFERENTES SITUACIONES DE TRATAMIENTOS; PERO CORRESPONDIENTES A LAS MEJORES CALIDAD DE SITIOS, POR SER UNOS DE LOS ÍTEM DE SELECCIÓN DE LUGARES DE COSECHA DE SEMILLAS PLANTEADOS EN EL TRABAJO. LOS DATOS DE CADA LUGAR SE CORRESPONDEN A UN SOLO TRATAMIENTO EN POS DE EXPONER EL COMPORTAMIENTO CÍCLICO EN LA PRODUCCION DE SEMILLA.

La descripción de Frangí et al. (S/F) sobre la vida productivas de esta especie se condice con lo expuestos por los demás autores. Indicando a el viento y la gravedad como los factores decisivos en la dispersión; y señalan valores de producción que coinciden con los expuestos por Schmidt. Escobar (2008- comunicación personal) precisa, en la periodicidad en la producción de semillas hay un alto componente fisiológico que responde como consecuencia a la variación (Aumento/Disminución) de fotosintatos en la planta; y señala que esta problemática no menor, puede ser resuelta con huertos semilleros de la especie en interés, ex-situ. La producción de semillas de lenga en la Región de Magallanes es variable según el sector y obedece a un esquema cíclico, sin que se pueda hablar de una regularidad. La producción anual promedio, en bosques vírgenes, es del orden de 3 millones de semillas por hectárea, siendo la producción en bosques manejados con cortas de protección suave (reducción de un tercio del área basal) similares a ésta, con 2,6 millones de semillas por hectárea. Tratamientos con intensidades de corta más fuerte implican problemas en el aporte de semillas y en consecuencia, problemas para el establecimiento de la regeneración (Schmidt et al., 2001).

Todo lo expresado en cuanto a la producción de simiente del bosque virgen o intervenido, sugiere la probabilidad de dificultad en cantidad y calidad de la misma, para la concreción de los objetivos planteados. La planificación de una estrategia de recolección en diferentes sitios de procedencia y el metodo de recolección aseguran las demandas de semillas para el cumplimiento de las metas.

#### **4.4.6 Sitios y Método de Recolección de Semillas**

El plan de restauración de bosques degradados de lenga, prevé la continuidad de lo planificado en el proyecto “Restauración de bosques de lenga afectados por incendios forestales en TDF” que se proyectara y ejecuta actualmente bajo el marco de la resolución 259, donde la instalación de un invernadero constituye el principal activo del proyecto durante el primer año de ejecución, para ser destinado al cultivo en vivero de especies nativas. El plan de recuperación contempla como objetivo la recolección de semillas in-situ (para la 2° y 3° etapa). Siendo para la 1° etapa una transición donde la recolección es establecida en sitios puntuales y dispersos para provisión mínima con el objeto de realizar experiencias previas de

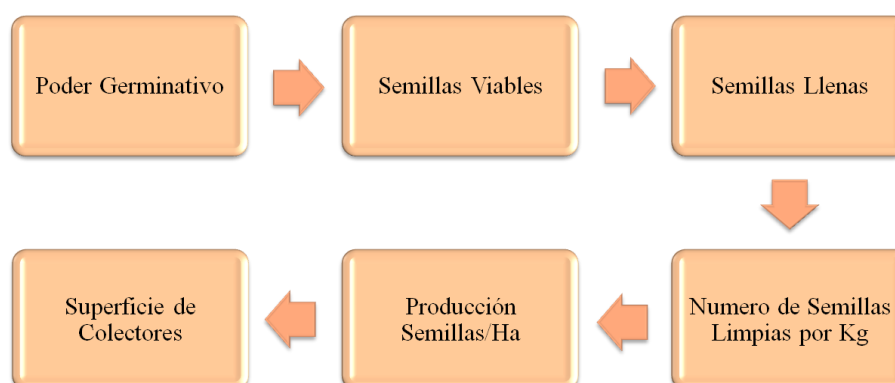
escala media a baja. Esto permite llegar a la segunda etapa con los recursos humanos capacitados en el manejo de material de propagación y las técnicas prescriptas para ello.

A futuro se plantea la necesidad de establecer rodales semilleros en las diferentes ecosistemas de bosques adyacentes al incendio. Que permitan obtener material de calidad y aseguren una continuidad del acervo genético.



ILUSTRACIÓN 17: SITIOS POSIBLES DE SELECCIÓN DE SEMILLAS. (A) SITIO ANTIGUAMENTE INTERVENIDO PRESENTA UNA COBERTURA DE COPAS RELATIVAMENTE ALTA CON ALTA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DE SEMILLAS. (B) SITIO CON UNA REGENERACION SATISFACTORIA CON ARBOLES CON CARACTERÍSTICAS FENOTÍPICAS DESEABLES DE PROPAGAR Y ADEMÁS, EXPONE UN ESTABLECIMIENTO DE LA REGENERACIÓN CON DESPEGUE POR BUENA ILUMINACIÓN.(FOTOS: RAMOS Y PARODI, 2011).

La recolección de semillas se programa con una metodología similar a la utilizada en los trabajos de investigación científica realizados por Murúa y González (1984), Schmidt y Caldentey (1999), Martínez Pastur et. al. (2004) y Urretavizcaya (2006). Donde se emplean colectores de semillas, siendo en este caso de mayores medidas.



ESQUEMA 1: SECUENCIA DE VARIABLES QUE DETERMINAN LA SUPERFICIE DE COLECTORES A UBICAR PARA CUBRIR LAS NECESIDADES DE SEMILLA PARA SU CULTIVO.



La superficie de colectores es función directa de la producción promedio por unidad de superficie y del potencial para producir plantas. Este cálculo permite determinar la superficie de malla colectora y lograr la cantidad de semilla necesaria.



ILUSTRACIÓN 18: SITIO IDENTIFICADO PARA LA COSECHA DE SEMILLA (FOTO IZQ.) Y LONA DE COSECHA INDIRECTA COLOCADA PARA LA CAPTACIÓN DE LAS SEMILLAS DISPERSADAS POR EL VIENTO (FOTO DER) (RAMOS Y PARODI, 2011).

La metodología planteada por Urretavizcaya (2006), Schinelli (2008) detalla el método utilizado por el CIEFAP en la Patagonia norte; donde se colocan, suspendida de los árboles, mallas media sombra de mayor superficie. Indicando que el problema que esta metodología presenta, es una pérdida mayor de semillas a medida que las dimensiones de la malla son mayores por el menor contrapeso que ejercen las semillas ante la incidencia del viento.

Utilizado este método para la recolección de semillas por el INTA-Trevelin (Schinelli, 2008). La autora señala que la utilización de este método implica varios aspectos a destacar, como son:

- Captación de semilla de varias copas.
- Visita frecuente de colectores.
- Acción contraria del viento y la lluvia.
- Menor costo por mano de obra que recolección directa.
- Semilla de menor poder germinativo.
- Alta proporción de impurezas.
- Mayor dificultad de limpieza.

Los sitios de recolección deben registrar toda la información en cuanto a especies presentes, datos climáticos del año de los sitios seleccionados para la recolección, referencia geográfica, datos de producción obtenidos, eventos ocurridos en el área y todas las observaciones que se consideren convenientes de registrar. Lo anterior es relevante, dado el sistema implementado para la recolección, que corresponde a una red de sitios distribuidos tanto en la región cordillerana, como la del ecotono.

La selección de los sitios se realiza por medio de una escala de valoración, combinando el método planteado por Chultz Oyarzun (2003), Urretavizcaya (2006) y Schinelli (2008). Estos describen una serie de pasos para la selección de árboles porta-granos y su cosecha directa. Su

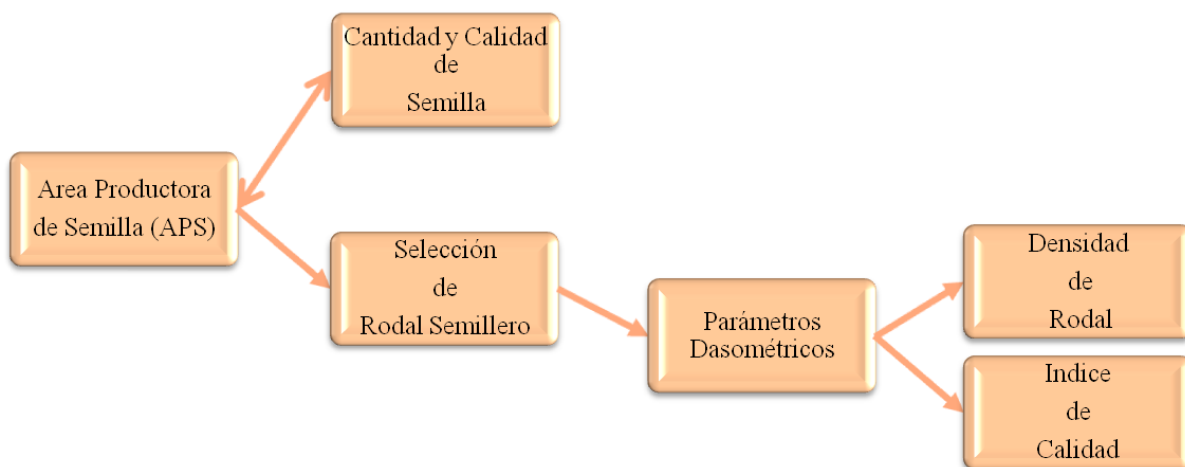
utilización parcial permite la elección de sitios para cosecha y la cosecha indirecta, con la utilización de colectores en el área de diseminación de semillas de los árboles superiores. Los pasos de selección son:

- Selección de los rodales y clasificación por calidad de sitio (Martínez Pastur et. al., 1999).
- Selección de áreas productoras de semillas (APS), donde se encuentre masa forestal en estado virgen o con tratamientos silvícola con “cortas de protección” (Gutiérrez, 2003).
- Selección de individuos superiores dentro de los sitios (dominantes y codominantes).

Características de árboles semilleros (Schinelli, 2008):

- Diámetro > a la media del rodal.
- Fuste recto y cilíndrico.
- Ramas cortas, escaso diámetro e inserción en 90°.
- Buen estado sanitario.
- Distanciados de otros árboles, para evitar la colecta de semillas de estos.
- Marcación de árboles cosechados indirectamente.
- Recolectar entre 25 y 50 abr. /rodal. Si es variable en calidad de sitios, incrementar.
- Colocación de colectores en su área de diseminado.
- Visita regular de los colectores y recolección del material.

La definición de APS es una herramienta metodológica simple y conducente a la obtención de semillas de media calidad para los programas de viveros forestales de nativas. Gutiérrez (2003) expresa y resalta su consideración, para obtener y disponer de semillas de calidad para los programas de forestación en el más corto plazo.



ESQUEMA 2: PROCESO DE IDENTIFICACION DE RODALES DE CALIDAD SUPERIOR PARA LA CREACION DE AREAS PRODUCTORAS DE SEMILLA (APS).

La selección del árbol porta-granos para ubicar los colectores se hace de acuerdo a factores hereditarios. Cozzo (1976) manifiesta que la elección se fundamenta en la forma forestal del individuo, como son: ausencia de bifurcación o encurvamiento en el eje, selección de árboles dominantes dentro de la masa irregular mediante uso de una escala de criterios sociológicos y económicos; y descarte de árboles que reúnan todos los criterios antes mencionados pero que se encuentren en forma aislada o alejados de la masa.

Los controles de colectores se intensifican en el periodo de mayor diseminación de semillas, que según Rusch (1993) la lenga tiene su pico durante los meses febrero y marzo. Cellini (2010) destaca el mes de marzo donde la producción, dispersión y viabilidad son mayores para semillas de lenga. El diseño y tamaño de los colectores es importante en la eficiencia de su trabajo, en tal sentido Urretavizcaya (2006) menciona que superficies de gran tamaño de red son más propensas a la pérdida de material por el efecto del viento que las de menor tamaño.

Toda esta planificación permite un mejoramiento mínimo por solo un proceso de selección de árboles rasgos fenotípicos diferenciales sobre el resto y la obtención de cantidad de semilla.

El material que se traslada a las instalaciones del vivero se somete a un proceso de limpieza y conservación, mediante una sucesión de pasos:

- Recolección del material con impurezas y traslado a las instalaciones del vivero. La recolección se hace en bolsas arpilleras.
- Separación de frutos de restos vegetales como hojas e impurezas, mediante la utilización de cribas de distinto. Antes de proceder a separar las semillas de las impurezas debe orearse los lotes recién cosechados.
- Secado de semillas para su conservación. Disposición de la simiente en bandejas para reducir la humedad. Secado por proceso natural en un ambiente con temperatura de 22 a 28 °C (Schinelli, 2008) y cuidando la humedad.
- Almacenaje de semillas hasta su utilización para determinar parámetros de calidad, separación por calibre y tratamientos pregerminativos si lo requiere.



con

ILUSTRACIÓN 19: LUEGO DE LA RECOLECCION Y CONSERVACION DE LA SEMILLA QUE SE SOMETE A LIMPIEZA EN BOLSAS ARPILLERAS.



ILUSTRACIÓN 20: CRIBA UTILIZADA PARA SEPARAR RESTOS VEGETALES DE LA SIMIENTE DE LENGAS.



ILUSTRACIÓN 21: DIFERENTES TAMAÑOS Y MILIMETRAJE DE TAMICES PARA LA LIMPIEZA DE SEMILLAS. LIMPIEZA DEL MATERIAL EN UN AMBIENTE PROTEGIDO MEDIANTE EL USO DE CRIBA Y CARRETILLA CON LONA DONDE SE DEPOSITA LA SIMIENTE LIMPIA. RECIPIENTES PLASTICOS EMPLEADOS EN LA CONSERVACIÓN DE SEMILLAS, CONVENIENTEMENTE EN LUGARES CON TEMPERATURAS Y HUMEDAD QUE NO FAVORECEN LA PROLIFERACIÓN DE HONGOS (4 O 5 °C Y 25A 30 %H).

#### **4.4.7 Atributos de la Semilla**

Los atributos de la semilla establecen valores cuantitativos promedios y cualitativos de sus características propias tangibles e intangibles, y las que hacen al proceso de recolección y almacenamiento; todas en su conjunto consuman la calidad de la simiente. En otras palabras, la calidad de la semilla es la valoración de diferentes atributos.

Pérez y Rodríguez (S/F) citado por Saavedra Martini (2004) definen la calidad de la semilla y propágulos, en función de las características genéticas, fisiológicas y sanitarias. Citando a Carrasco (1997) añade las cualidades que determinan la calidad física.

Desde la selección de los lugares de obtención del material forestal, la recolección de semilla, su conservación y utilización con tratamientos pregerminativos, hacen a los diferentes atributos que alteran la calidad en beneficio o no del material que pretendemos propagar.

Por último, para realizar los análisis de calidad de la semilla recolectada se procede a su muestreo. Este no es menos importante que lo expresado anteriormente, por lo que una correcta labor en esta etapa permite la obtención de datos y resultados extrapolables a el lote en cuestión. Para el muestreo se realiza bajo las normas establecidas por el I.S.T.A.

##### ***4.4.7.1 Atributos de Calidad.***

La calidad física de la semilla toma como atributos que la definen el calibre o tamaño de esta, el peso de las 1000 semillas, el número de semillas por kilogramo (N° semillas/KG de semillas) y la pureza. Esta también se asocia a las características externas de las semillas y que son apreciables a simple vista. Escobar (2008) señala que el calibre de semilla es el atributo más importante de la calidad física. Esto que se nos plantea se explica por la mayor velocidad en la germinación y la obtención de plantas de mayor tamaño en condiciones igualitarias de cultivo y desarrollo.

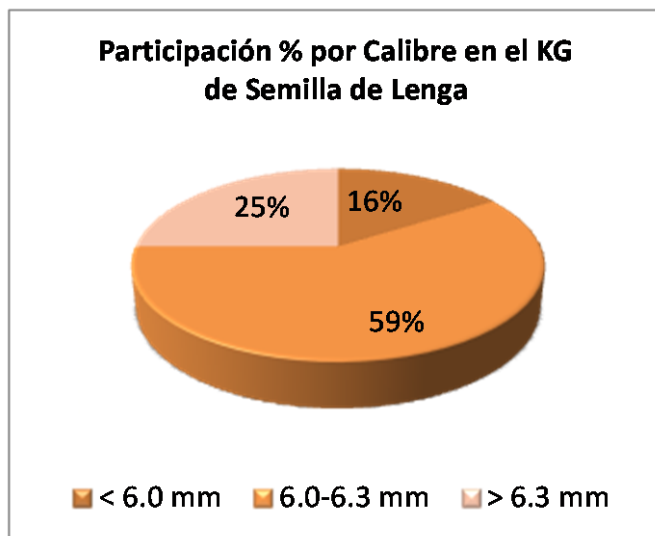


GRÁFICO 3: GRÁFICO DE PARTICIPACIÓN PORCENTUAL POR CALIBRE EN UN KG DE SEMILLA DE NOTHOFAGUS PUMILO (ADAPTADO DE STEVENS, 1996 EN ESCOBAR, 2008).

El tamaño o calibre de la simiente de una misma especie arroja resultados en otros atributos muy diferentes y conduce a interpretaciones erróneas de estos. Para *Nothofagus Pumilo*, Escobar (2008) mencionando a Stevens (1996), precisa tamaños de semilla de lenga que divide en tres rango. Semillas con un calibre mayor a 6,3 mm, con uno entre 6,3 y 6,0 mm y por ultimo un calibre menor a este último.

Se destaca que a un mayor calibre, el número de semillas limpias en el kilogramo es menor que para los demás; aunque puede ocurrir para un mismo calibre, lo que indica mayor incidencia de semillas no viables. Cabe señalar que el peso de las mil semillas es mayor que

para los demás rangos.

El dato de calibre es a considerar de importancia para el proyecto, donde la especie en cuestión responde a una producción de semillas cíclica y la viabilidad está sujeta fisiológicamente a esta periodicidad.

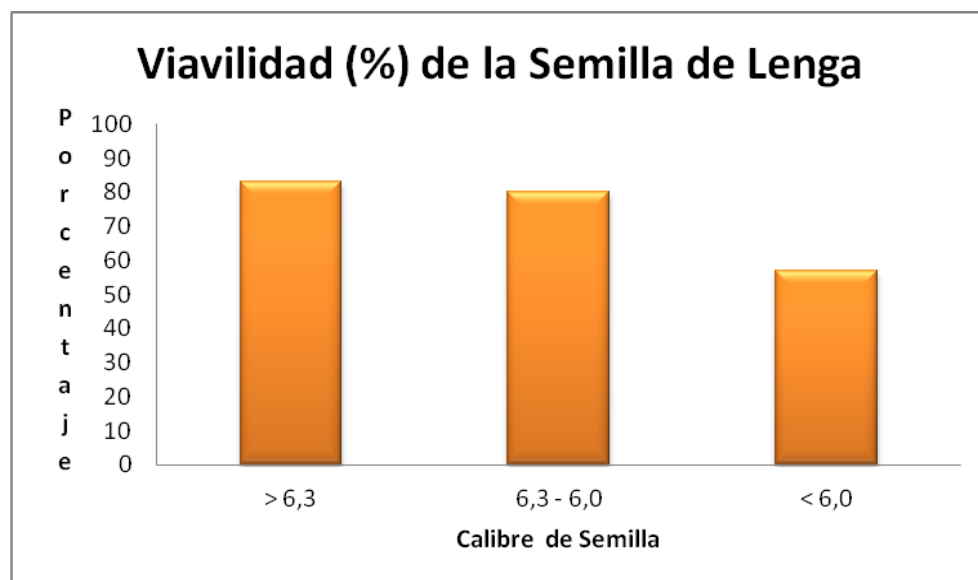


GRÁFICO 4: VIABILIDAD DE SEMILLA DE LENGAS PARA TRES CLASES DE CALIBRES (ADAPTADO DE STEVENS, 1996). SE OBSERVA UNA BUENA VIABILIDAD EN EL CALIBRE INFERIOR Y MUY BUENA EN LOS DOS SUPERIORES, SIENDO SIGNIFICATIVA LA DIFERENCIA ENTRE ESTOS Y LA MENOR.

Es la mayor viabilidad que ofrece el calibre superior y el intermedio. Estos no presentan diferencias estadísticamente significativas según Escobar (2008), pero si observamos el menor calibre, el porcentaje de viabilidad es muy inferior. Sumado el método de recolección,



que recepta semillas de los mejores arboles y de otros que presentan características indeseables, aunque su ubicación se corresponda con lo explicado en método de recolección de semillas.



ILUSTRACIÓN 22: BALANZA DE PRECISION UTILIZADA PARA EL PESAJE DE SEMILLAS. EXISTEN MODELOS MAS SIMPLES QUE SE UTILIZAN EN LOS VIVEROS FORESTALES QUE HACEN ANALISIS PROPIOS PARA SU SEGUIMIENTO.

El peso de las 1000 semillas se determina con una muestra limpia, libre de impurezas o la menor proporcion posible. Para su cálculo, se toma 1000 frutos en caso de la lenga, y se procede al conteo y formación de cuatro o más grupos. Pesamos la muestra y obtenemos la media de las cuatro o más muestras, según se haya decidido. Y por regla de tres se calcula el peso de las 1000 semillas.

En caso de observar una gran variabilidad de las sub-muestras tomadas; o como recomienda el I.S.T.A., que cuando la diferencia en entre los pesos extremos pase del límite admitido, que para la especie de lenga, menciona Escobar (2008) es del 10% de la muestra, nos conduce a realizar una nueva determinación de valores sub-muestrales. Aclaremos que los valores obtenidos deben siempre mostrar una precisión de dos decimales al igual que para los demás datos de calidad de simiente.

Referencia	Peso 1000 semillas (gr)	Semillas en el kilo (N°/KG)	Viabilidad (%)	Fuente
Huemules	47,20	21.186	4,5	Urretavizcaya, 2006
Lago Huacho	52,20	19.157	50	Urretavizcaya, 2006
Ea. San Justo		117.651*	78*	Martínez Pastur et. al. 2004
Calibre > a 6,3	31,7	31.645	83	Stevens, 1996
Calibre 6,3 - 6	27,8	36.101	80	Stevens, 1996
Calibre < a 6	20,7	48.309	57	Stevens, 1996

TABLA 14: DATOS DE CALIDAD DE SEMILLA DE NOTHOFAGUS PUMILO DE DIFERENTES PROCEDENCIA Y AÑO. LA LENGA PRESENTA UNA VARIABILIDAD IMPORTANTE DE LA PRODUCCION DE SEMILLAS - YA FUNDAMENTADO - Y ESTA VARIABILIDAD INFLUYE EN SU CALIDAD COMO MATERIAL DE PROPAGACION.

Se hace mención a la cantidad de semillas como parámetro, por ser el tamaño y el peso de la semilla dos factores que determinan la cantidad de semillas existentes en un kilogramo de la misma. Dentro de los atributos de interés, la Pureza indica en valores porcentuales la mayor o menor presencia de material de interés forestal, como es la semilla de la especie a reproducir.

La calidad fisiológica hace referencia a las características tangibles e intangibles, principalmente endógenas de las semillas, que por medio de pruebas logra la obtención de resultados; la interpretación permite advertir sobre el comportamiento del lote de semillas. Para semillas a utilizar en el año de cosecha, la calidad fisiológica se determina por los atributos de viabilidad, capacidad germinativa, energía germinativa y vigor de semilla. En objetivos de conservación y almacenamiento de semillas, un análisis del contenido de humedad de la simiente es fundamental para el cumplimiento de dichos objetivos (Escobar, 2008).

La viabilidad es el atributo de calidad fisiológica de mayor incidencia en la calidad de la semilla de lenga. Se observa que en general es muy baja, siendo las causas según lo expresado por Martínez Pastur et. al. (2004) y Escobar (2008) la deshidratación de los árboles, la temperatura ambiente, el fotoperiodo, la edad de la planta o el grado de madurez fisiológica y la enfermedades o ataques de predadores.

En la lenga, la viabilidad de la semilla se asocia a la productividad de simiente del año en particular, por lo que se asocia los ciclos de alta semillazon con este atributo. Pero como manifestamos anteriormente esta correlación es más positiva con el tamaño o calibre y esta última, con la periodicidad de producción de semillas. Donde se aprecia – en los años de alta producción de semilla – una mayor participación de calibres medio y superior en el total de semillas.

*“La variación anual e inter-sitio que ocurre en la productividad de semillas y su correlación con el calibre y de este con la viabilidad fisiológica, requieren de planificación en el establecimiento de los sitios donde se recolecte la simiente para la cosecha de material de propagación con calidad física y fisiológica”.*

Schmidt (1991) citado por Rechene (1995) en relación a lo anteriormente expuesto, enuncia que la producción de semilla de lenga son altamente viables –valores de 60% a 80%- en años de alta producción y que estos decaen abruptamente en años de baja producción, donde los valores de viabilidad mínimo llegan a 4%. Schmidt y Caldentey (1999) precisa para la isla de Tierra del Fuego, en la región de Russfin una viabilidad de 62% en una parcela de bosque sin tratamiento y de 56% promedio para parcelas sometidas a tratamientos de cortas de protección con diferentes intensidades de manejo, en tres años de muestreo (1997-98-99).

Martínez Pastur et. al. (2004) obtuvieron valores de viabilidad de 78% para semillas que fueron recolectadas en bosque de lenga sin intervención y pertenecientes a una estancia ubicada en la región ecotonal. Además, obtuvieron valores no superiores a 35% de viabilidad para semillas recolectadas en diferentes sistemas de aprovechamientos del bosque. En tanto que Stevens (1996) citado por Escobar (2008) indica para la misma especie valores de viabilidad superiores e iguales al 80% para los calibres mencionados en la explicación de dicho atributo.

Además, los mismo indican que una alta proporción de simiente cosechadas en bosques sin intervención y con intervención de distintos tratamientos, presentan un porcentaje elevado de semillas vacías en diferentes años. Refiriendo a valores próximos superiores al 90% (Escobar, 2008; Martínez Pastur et. al. 2004) del total de semillas no viables y señalan como agente causal del daño ocasionado a insectos que parasitan las semillas, pertenecientes al orden himenópteros (micro himenópteros) y coleópteros.

Otro de los atributos que más importan a la calidad fisiológica es la capacidad germinativa (CG) y la energía germinativa (EG) de las semillas. La expresión de estos conceptos explica que el valor porcentual del número de semillas sembradas que debemos esperar que germine y el tiempo mínimo que transcurre hasta que el porcentaje de germinación alcanza su tasa más alta. Abraham de Noir y Ruiz de Riberi (1995) advierten que en un proceso de germinación se debe cumplir tres condiciones. Estas, según los autores, son:



- Semillas Viables, es decir con embrión vivo y capaz de germinar.
- Semillas en condiciones fisiológicas de germinar, esto es sin barreras físicas o químicas para su germinación.
- Semillas en condiciones ambientales que favorezcan su germinación, o sea a temperatura apropiada, disponibilidad de agua, provisión de oxígeno y luz de ser necesario.

León-Lobos & Ellis (2005) encontraron valores de germinación que oscilan aproximadamente desde valores cercanos al 40% mínimos y del 60% máximo. En este estudio los valores de poder germinativo son para semillas de *Nothofagus* que se almacenaron durante dos años a diferentes temperaturas frías y contenidos de humedad. En las experiencias que viene desarrollando el vivero de nativas perteneciente al INTA-Trevelin, Schinelli (2008) precisa que la incertidumbre en los porcentajes de poder germinativo, no son solo producto de su variabilidad fisiológica consecuencia de su ciclicidad interanual en la producción de simiente.



Por último, el CTPF (2009) publica datos de PG para lenga de 80% para material sin ningún tratamiento pregerminativo y un valor muy superior (94%) a los mencionados, cuando se somete a un tratamiento de estratificación con arena húmeda por 45 días.



Es conclusión, este tipo de análisis nos permitirá no solo mejorar la germinación de semillas de una especie como lenga. Que por lo explicado en párrafos anteriores es de baja capacidad germinativa. Además, permite el logro de uno de los objetivos de todo vivero forestal, que es el de acortar el tiempo de germinación para lograr el crecimiento y desarrollo equilibrado durante todas las etapas del cultivo, para obtener la mayor cantidad de plantas con la tipificación objetivo para llevar a plantación definitiva. Otra de las ventajas de concentrar la germinación y emergencia de plántulas es la posibilidad de disminuir las probabilidades de ocurrencia de enfermedades que pueden ocasionar cuantiosas pérdidas como es el Dumping Off.

#### **4.4.8 Sustrato**

Los viveros forestales patagónicos practican el cultivo de especies exóticas y el cultivo de especies nativas del Género *Nothofagus* en contenedores bajo cubierta. El suelo donde se desarrollan las plantas en el contenedor es un medio inerte, según los constituyentes utilizados para su composición, pudiendo o no intervenir en el proceso de nutrición de la planta. Pastor Sáez (1999) define como el termino sustrato a todo material solido diferente del suelo que puede ser natural o sintético, mineral u orgánico y que colocado en el contenedor permite el anclaje de las plantas a través de su sistema radicular.

**ILUSTRACIÓN 23: MATERIALES ORGANICOS UTILIZADOS EN SUSTRATOS PARA VIVEROS. (A) ARENA VOLCANICA (FUENTE: ENRICCI, 2006), (B) CORTEZA DE PINO (INFOR, 2009) Y (C) TURBA SPHAGNUM.**

Clasificándose en sustratos químicamente inertes –incluyendo este grupo: la perlita, lana de roca, arena volcánica, etc.- y los químicamente activos (turbas, corteza de pino, lombricompost, etc.). La misma indica que los segundos intervienen en los procesos de

adsorción y fijación de nutrientes (Pastor Sáez, 1999; Terés Terés, 2001; García 2006, Arancibia & Quiroz et. al., 2008).

Los sustratos utilizados en los viveros se confeccionan de uno o varios componentes. La utilización de un solo componente puede ser eficiente productivamente y rentable en términos económicos, cuando se utiliza un material orgánico de extracción zonal. La utilización de formulaciones comerciales o propias es conveniente por las mejoras en las propiedades que aporta cada componente. Lo que favorece el medio ideal para los requerimientos de la especie y el manejo de las labores culturales en el vivero.

El cultivo de plantas forestales criadas en contenedores donde sus dimensiones de altura, estrechez y escaso volumen útil, es el sustrato quien debe proveer todo lo que necesita la planta en su desarrollo en ese exiguo volumen (Peñuelas Rubira & Ocaña Bueno, 2000). El sustrato o la elección de componentes de la mezcla o fórmula, pretende realizarse por las características físicas, químicas y características biológicas – esto último para el o los componentes orgánicos –; también se plantea en la selección el criterio de los distintos factores de la producción, que son determinantes en la selección.

El sustrato tiene funciones en la entrega de elementos minerales para los trabajos fisiológicos de la planta. Para lo cual debe proveer ciertas condiciones que permiten la disponibilidad de elementos a través de los nutrientes que se encuentran en la solución y los que son retenidos por las cargas negativas de las partículas orgánicas, denominada la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) y su solubilidad por un pH adecuado, también determinante en la condición predisponente para la ocurrencia de enfermedades comunes en los viveros forestales, como el “Dumping Off”.

Con las generalidades expuestas en los párrafos anteriores, se pretende en lo sucesivo y de forma general e integral exponer las principales propiedades intrínsecas que definen a los sustratos. Estas son las propiedades físicas, físico-químicas y biológicas.

#### ***4.4.8.1 Propiedades Físicas de los Sustratos***

Las propiedades físicas más importantes para el crecimiento y desarrollo de las plantas son la textura, granulometría, porosidad, densidad (aparente y real), estabilidad estructural y capacidad de retención de humedad.

Peñuelas Rubira y Ocaña Bueno (2000) señalan que estas propiedades son más importantes que las propiedades químicas, ya que una vez colocado el sustrato en el contenedor son difíciles de cambiar. Es conveniente agregar que también en la manipulación puede sufrir alteraciones, más concretamente en su granulometría y de manera irreversible.

##### ***a) Granulometría***

La granulometría es su propiedad principal, esta permite obtener la porosidad óptima para el desarrollo de la raíz. Se relaciona directamente con la porosidad y la distribución de esta porosidad.

En sustratos destinados a cultivo de plantas forestales en contenedor, la elección del tamaño de partícula está supeditada al volumen de contenedor a utilizar.

Para la turba o cualquier material orgánico y la perlita (componente inerte) puede verse alterada su granulometría y por ende los valores de porosidad por el tipo de implemento y el tiempo de mezcla. La alteración de las propiedades físicas en la mezcla puede ser aminorada con la aplicación de agua para aumentar la humedad de la misma (Milks et al. 1989 en Landis 1990). Por último, el sustrato obtenido de la mezcla debe poseer una estabilidad estructural a través del tiempo, su descomposición y reducción aumenta la porosidad de retención.

#### **b) Porosidad**

La porosidad del sustrato es definida por los tamaños de las partículas de los componentes que se utilizan para su preparación, estos valores varían en función del tiempo. Propiedad fundamental para el crecimiento radicular en plantas que crecen en contenedores de volúmenes restringidos. La forma, tamaño y distribución de estos, condiciona las propiedades hídricas, y por lo tanto el manejo de agua de riego (Terés Terés, 2001). Además, la proporción de cada tamaño de partícula es responsable del espacio poroso total (EPT) y la relación de porosidad de aireación (PA) y porosidad de retención de humedad (PRH).

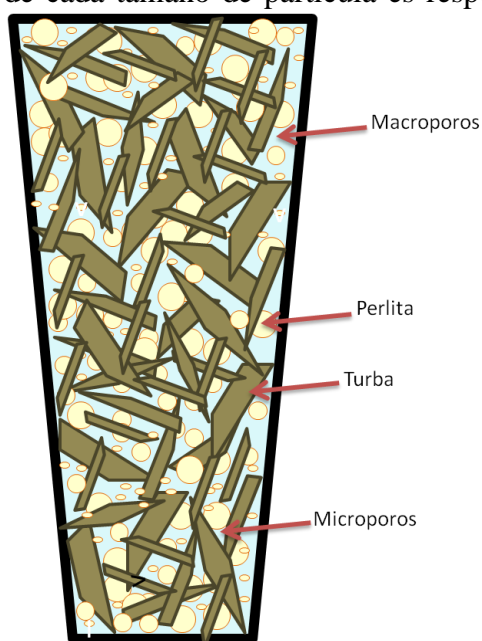


ILUSTRACIÓN 24: POROSIDAD DE UN MEDIO DE CRECIMIENTO. MACROPOROSIDAD PARA EL CRECIMIENTO RADICULAR Y PROCESOS DE RESPIRACION Y MICROPORODIDAD PARA LA CAPACIDAD DE RETENCION DE LAS SOLUCION (ADAPTADO DE LANDIS, 1990).

La relación de estos parámetros, es de importancia a tener en cuenta en la elección de los componentes del sustrato y su mezcla. Una relación desbalanceada puede perjudicar el crecimiento de la planta por falta de oxigenación en la raíces, afectando el intercambio gaseoso entre el medio y esta, cuando la porosidad de aireación es baja; o afecta el suministro de nutrientes y agua cuando la relación es inversa. La mayoría de los autores recomienda una alta porosidad total, valores que oscilan entre el 60% y el 80% (Argiller et. al., 1991). Peñuelas Rubira y Ocaña Bueno (2000) recomiendan un valor mínimo del 80%, en coincidencia con Pastor Sáez (1999) que expresa en los valores superiores al 85% de espacio porosa total como nivel optimo. El valor de porosidad total y de aireación debemos expresarlos como función directa a la longitud del contenedor.

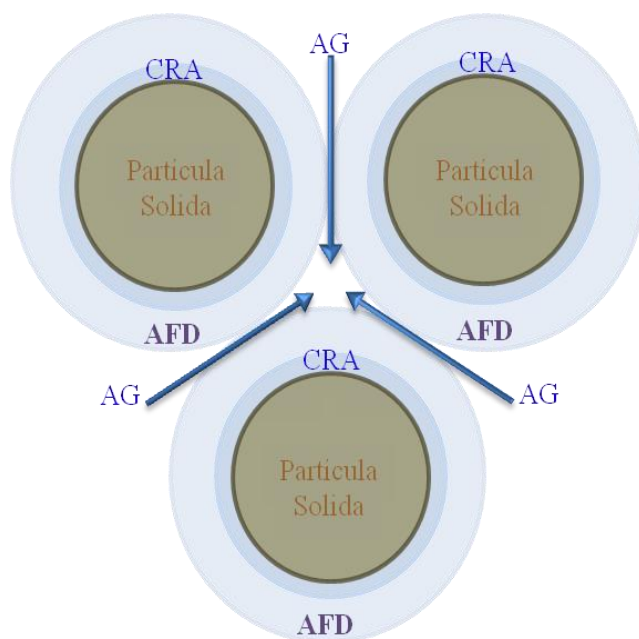
En contenedores la alta porosidad es sinónimo de mayor crecimiento vegetativo de la raíz, lo que representa un mayor peso radical. En consecuencia, una mayor densidad de raíces que ocupan en su

totalidad el volumen del contenedor evitando que el crecimiento se produzca en la zona externa del sustrato y la pared interior del envase. Para la no ocurrencia de este último evento mencionado, en el crecimiento radicular es necesario no solo un umbral mínimo de porosidad total; además, un valor mínimo de porosidad de aireación, siendo establecido generalmente un valor del 10% para el crecimiento radicular de cualquier especie vegetal.

Componente de Sustrato	$\rho$ en seco ( $\text{gr/cm}^3$ )		Porosidad Total (%)	Porosidad de Aireación (%)	Porosidad de Retención (% vol.)
	Da.	Dr.			
Turba	0,11	1,56	93	12 - 55	42 - 84
Vermiculita	0,12		95,4	24,5 - 44,3	30,7 - 54,4
Perlita	0,18	1,03	82	61	21

TABLA 15: VALORES RELATIVOS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE COMPONENTES PRINCIPALES DE SUSTRATOS EN VIVEROS FORESTALES. (ADAPTADO DE LANDIS, 1990; PEÑUELAS Y OCAÑA, 1998; ZAMORA MORALES ET. AL. 2005).

Para viverización de Lengua, Tejera et al. (2008) utilizan un sustrato 1:2 de turba y arena volcánica, con una CA de 13,2%. Este valor es muy inferior a los recomendados por los anteriores autores. Los diferentes valores del espacio poroso para la circulación de gases es variable según los materiales utilizados en la fórmula del sustrato, pero se pretende una alta relación del espacio poroso total, por el escaso volumen para el desarrollo de la raíz y para el almacenamiento de agua. Sumado a esto, la necesidad de lograr un medio de crecimiento con baja densidad aparente, ya que los contenedores van suspendidos en bloques y por su alta capacidad de retención de agua, pueden resultar pesados y dificultar así su manejo. Todo lo mencionado hasta aquí, puede ser alterado por el método de preparación y tiempo de mezcla de la formulación. Que genera una excesiva compactación y como consecuencia de ello se afecta los porcentajes de aireación en mayor proporción y de retención de humedad, al igual que el EPT.



Los medios de crecimiento bien formulados, pueden contener una mezcla de macroporos, para aireación y drenaje, y de microporos, para la retención de humedad (Landis, 1990). Esta otra propiedad de los sustratos es importante en su relación con la macroporosidad, familiarizada como la capacidad de retención de humedad del sustrato.

### c) Capacidad de Retención de Humedad

La formulación de nuestro propio sustrato está condicionada por su evaluación física de la granulometría y textura de los materiales, y estos en función de los requerimientos de la especie.

ILUSTRACIÓN 25: DENOMINACIÓN DEL AGUA Y SU DISPONIBILIDAD EN FUNCIÓN DE SU CONTENIDO EN EL SUSTRATO. (AG) AGUA GRAVITACIONAL, (CRA) CAPACIDAD DE RESERVA DE AGUA Y (AFD) AGUA FACILMENTE DISPONIBLE. (ADAPTADO DE CONAFOR, 2001).

Al desglosar el concepto de capacidad de retención y su análisis en la curva pF, observamos que a diferentes succiones ejercidas, la facilidad con la que la planta toma el agua disminuye progresivamente.

Surge del análisis los conceptos nombrados y mencionados de diferentes formas, que nosotros trataremos bajo los nombres propuestos a continuación (denominaciones más usadas por

diversos autores): Capacidad de agua del sustrato (CAS), Agua Fácilmente Disponible (AFD) y Capacidad de Reserva de Agua (CRA).

Podemos inferir que estos valores son muy variables en los diferentes formulaciones de sustrato, sujeta esta variación -en relación al volumen total- por la granulometría y los porcentuales de cada clase diamétrica de los diferentes materiales que componen la formulación. La selección y preparación debe asegurar, una microporosidad capaz de almacenar agua suficiente y la propiedad de rehúmedación.

También definen la capacidad de retención, factores externos como las características del contenedor. Landis (1990) manifiesta que la longitud del contenedor es de suma importancia en la retención de humedad y su relación con el espacio poroso. Sujeto a que la altura del contenedor es el factor principal que controla la porosidad de aireación del medio de crecimiento en un contenedor. Esto se fundamenta por lo explicado en características del contenedor, donde la longitud es definitiva, por tener el mismo una zona de saturación que ocupa un volumen constante, variando el porcentaje del volumen saturado en función de la longitud del mismo; sumado a esto, si condicionamos la porosidad total y de aireación, en beneficio de una mayor capacidad de retención, podemos obtener una conformación del sistema radical incorrecta, por crecimiento horizontal en la parte superior y hacia los laterales, como consecuencia de la búsqueda de oxígeno para su crecimiento.

Otras propiedades como Densidad Aparente (DA), Densidad Real (DR), Estabilidad (E), conductividad hidráulica (K), mojabilidad y contracción del volumen. Son más específicas para cada tipo de material, aunque no menos importantes, y su variación o modificación genera variaciones en las propiedades antes explicadas.

La densidad aparente y real son propiedades que modifican la porosidad del sustrato y con ello las demás propiedades que de estas dependen. Generando un ambiente que en función de su alteración puede ser negativo en la valoración de crecimiento y desarrollo de la planta forestal. Su alteración tiene como resultado directo la modificación negativa de EPT y la CA.

La estabilidad del material seleccionado es un factor importante en función del tiempo de cultivo, ya que de alterarse la estabilidad se produce una variación en la distribución de clases granulométricas y por consiguiente la transformación de todas las propiedades explicadas párrafos anteriores y sus consecuencias en el crecimiento y desarrollo de la planta. La mojabilidad y su capacidad de rehúmedación dependen de propiedades físico-químicas. La primera expresa la capacidad de humectación en un tiempo determinado; siendo las posibles causas de dificultad, la hidrofobicidad de los materiales y la contracción del volumen por una desecación abrupta. Cuando acontece este tipo de eventos en el medio de crecimiento, se reduce el crecimiento radical por la compresión y también hace a la disminución de la eficiencia de riego. Lo último, por efectuar un riego y al encontrar el volumen de sustrato contraído, este se desprende de las paredes del contenedor y el agua es drenada totalmente por este espacio, imposibilitando la rehúmedación. En caso de realizar Fertirriego, las plantas se ven afectadas por la falta de humedad en el sustrato y el lixiviado de nutrientes por lo mencionado anteriormente.

#### **4.4.8.2 Propiedades Físico-Químicas de los Sustratos.**

Las propiedades físico-químicas de los materiales utilizados en la confección del sustrato son de vital importancia en el crecimiento de la planta.

Según su comportamiento, los componentes químicamente activos, intervienen en los procesos de adsorción y fijación de nutrientes. Estas propiedades es convenientes evaluarlas durante la selección de los medios de crecimiento individuales y durante la formulación del sustrato conformado (Ingran et. al., 1991). La posibilidad de corregir o modificar sus valores, una vez que este ha ocupado el volumen del contenedor, es una ventaja con respecto a la imposibilidad de las propiedades físicas.

##### **a) Capacidad de Intercambio Catiónico**

Durante las etapas del cultivo, la mineralización en sustratos formulados con material orgánico – en menor cuantía – y la fertilización, son las fuentes de suministro a la planta para su crecimiento. Estos son adsorbidos por los componentes de los sustratos que poseen carga y otros son absorbidos por las raíces de las plantas. Landis (1990) expresa al respecto que los nutrientes se mantienen en solución del medio de crecimiento hasta que las raíces los toman y utilizan para el crecimiento, siendo otros tomados por partículas coloidales con carga negativas. Denominada como la capacidad de intercambio catiónico de un sustrato (CIC) y definida como la suma de los cationes que pueden ser adsorbidos por unidad de peso (o de volumen) del sustrato. Estos cationes están disponibles para la planta y no son lixiviados por efecto del riego.

La obtención de un sustrato con alta CIC nos permite tener en el medio de crecimiento una alta proporción de nutrientes entre las sucesivas fertilizaciones. Esta aumenta a medida que aumenta el pH del medio (Landis, 1990; Peñuelas Rubira y Ocaña Bueno, 2000; Terés Terés, 2001).

Como conclusión debemos plantear la formulación de un sustrato que posea una CIC y un pH adecuado, generando que la totalidad de los macro y micronutrientes se encuentren disponibles para su absorción por las raíces; junto a la baja fertilidad inherente, hacen de los mismos un medio apto para el crecimiento donde el manejo de la fertilización a través de las diferentes dietas durante las etapas del cultivo permiten el balance nutricional adecuado en cada una de ellas.

##### **b) Acidificación leve del pH.**

El pH del medio es una propiedad química de los sustratos que merece especial atención, Terés Terés (2001) afirma los efectos sobre la asimilabilidad de los nutrientes, la capacidad de intercambio catiónico y la actividad biológica; recomendando en condiciones de cultivo intensivo, mantener el pH del sustrato dentro de un intervalo reducido de valores.

Los valores recomendados de pH generalmente se ubican dentro de un rango de pH 5 y 6,5 (Argiller et. al. 1991; Ingran et. el. 1991; Rubira y Ocaña, 2002; Terés Terés, 2001; Iskander Cabrera, 2002; García, 2006). La asimilabilidad de los nutrientes es dependiente del pH, caso que para los sustratos difiere de lo que sucede en los suelos agrícolas. Valenzuela et. al. (2005) en coincidencia con otros autores explican que los sustratos ácidos ( $\text{pH} < 5$ ) o alcalinos ( $\text{pH} > 7,5$ ) pueden evidenciar síntomas de deficiencia de nutrientes por su escasas, al

hallarse en formas no disponibles. García (2006) y Terés Terés (2001) citando a Peterson (1981), especifican que a valores inferiores a 5,3 (pH) se produce o puede producirse una fitotoxicidad de hierro, manganeso, zinc y cobre, por un exceso de solubilidad; deficiencias de nitrógeno, potasio, calcio, magnesio, boro y lixiviación de fósforo. A valores de pH mayores a 6,5 se experimentan deficiencias por asimilabilidad de fósforo, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro.

La operación del pH y la fertilización adecuada nos permiten el lixiviado de nutrientes en la solución del medio para poder lograr los objetivos morfo-fisiológicos del cultivo y mantener la conductividad eléctrica dentro de los parámetros normales, siendo esta propiedad utilizado como indicador de la eficiencia en el manejo de ferti-irrigación.

#### ***4.4.8.3 Propiedades Operacionales y Criterios de Selección de Materiales.***

Para la elección de los materiales a utilizar en la formulación del sustrato, las propiedades de manejo u operatividad son también un atributo sobre su uso en las operaciones del vivero. A nivel práctico, varios son los aspectos que afectan o pueden afectar su utilización, pudiendo condicionar el éxito o fracaso de estos en su implementación (Pastor Sáez, 1999).

La disponibilidad de los componentes que hacen al sustrato y su costo tanto de adquisición como de transporte, son los componentes de mayor incidencia en la decisión de uso de un material. También son sujetos a evaluación atributos concernientes a sus propiedades físicas, que influyen los parámetros antes mencionados.

La densidad aparente en seco y húmedo son determinantes en las posibilidades de su implementación por aspectos de valoración económica. Al respecto, Sánchez Córdoba et. al. (2008) manifiestan la importancia de la densidad aparente en húmedo (DAH) para el manejo de los contenedores en vivero o para el traslado de las plantas a campo. Indicando que bajos valores de DAH permite manejar mayor número de contenedores y llevar mayor número de plantas.

Explicados los diferentes atributos de calidad que hacen a la composición de un sustrato, se definen los criterios de selección en un orden jerárquico, para la conveniencia o no de los materiales a utilizar.

Aunque las propiedades físicas debieran ser el eje prioritario en el criterio de selección, esto sustentado por su imposibilidad de manejo una vez colocado el sustrato en el contenedor.

Debemos, por la ubicación geográfica o lejanía de centros de consumo importantes, para el suministro de insumos; disminuidas posibilidades de transporte hacia territorio insular por falta de infraestructura vial y costos principalmente. Sumado a lo más importante, la posibilidad de utilización de recursos naturales como son las turberas actualmente en explotación para su envío a granel y sin procesamiento hacia la provincia de Buenos Aires –, por lo que elegimos la escala de criterios teórica descripta por Terés Terés (2001), donde plantea citando a (Bunt, 1988; Handreck y Black, 1991; Abad, 1995; Abad y Noguera, 1998; Abad et al., 1999) que la elección de un material particular viene determinada por:

- Su Capacidad de Suministro y homogeneidad.
- Finalidad de la Producción.
- Costo de Adquisición y Transporte.
- Propiedades Físicas, Fisicoquímicas y Biológicas.



- 1° - Experiencia Local u Regional de su Utilización en el Cultivo de Interés o Similares.
- 2° - Impacto Ambiental de su Uso.
- 3° - Selección de Componentes del Sustrato.

Para comenzar con el proceso de selección o comparación de los materiales posibles de la formulación propia, adaptamos un cuadro comparativo propuesto por Landis (1990), de diferentes componentes con una clasificación cualitativa de sus atributos. Su utilización se realiza según el criterio de selección planteados por Terés Terés (2001).

Los materiales evaluados son los más utilizados en viveros patagónicos argentinos, a diferencia del material utilizado en los sustratos de viveros patagónicos chilenos; donde, la corteza de pino ponderosa es la base de los mismos, empleado de manera única o en combinación con otros materiales inorgánicos u orgánicos. La negativa a evaluar – compuestos orgánicos obtenidos por el proceso de compostaje – es debido a la imposibilidad de obtención de materia prima para su transformación.

Materiales inorgánicos son utilizados mayoritariamente en sustratos formulados a base de un compuesto orgánico. En general, tanto en la Patagonia Argentina como Chilena, los viveros forestales emplean la piedra pómez o pumicita. También se evalúan para su inclusión en la mezcla, materiales inorgánicos e inertes, que son transformados o tratados industrialmente (Terés Terés, 2001), como son la vermiculita y la perlita.

La mezcla pretendida se constituye en su mayor proporción de una base de componente orgánico y una menor de material inorgánico. Con el objetivo de complementar propiedades físicas, químicas y biológicas que permitan potenciar el crecimiento de las plantas, con la calidad necesaria para asegurar la supervivencia y crecimiento en su sitio definitivo. Se expone un cuadro comparativo de materiales, resultado de una evaluación de parámetros cualitativos con una ponderación cuantitativa, con el objetivo de obtener un resultado comparativo del mismo y optar según el criterio establecido.

Caract. del Medio de Crec.	Componentes del Medio de Crecimiento										
	Inorgánico						Orgánica				Ponderación
Criterios de Selec.	Vermiculita		Perlita		Arena Volcánica		Turba de Carex		Turba de Sphagnum		
Propiedades Operacs.											
Disponibilidad del Material	V-	-1	V-	-1	-	-2	+	3	++	3	1
Uniformidad del Material	++	2,7	++	2,7	V+	0,9	V-	-0,9	V+	0,9	0,9
Costo de Adquisición	V+	0,8	V+	0,8	-	-1,6	++	2,4	++	2,4	0,8
Costo de Transporte	V-	-0,7	V-	-0,7	-	-1,4	++	2,1	++	2,1	0,7
	1,8		1,8		-4,1		6,6		8,4		
Prop. Físicas											
Densidad Aparente Seca	++	1,8	++	1,8	++	1,8	+	1,2	++	1,8	0,6
Densidad Ap. Húmeda	-	-1,2	V-	-0,6	V-	-0,6	V-	-0,6	-	-1,2	0,6
EPT	V-	-0,6	+	1,2	+	1,2	V+	0,6	V+	0,6	0,6
PA	V-	-0,6	++	1,8	++	1,8	V-	-0,6	V-	-0,6	0,6
PRH	++	1,8	-	-1,2	-	-1,2	+	1,2	++	1,8	0,6
	1,2		3		3		1,8		2,4		
Prop. Fís-Quim											
pH	0	0	0	0	0	0	+	1,2	++	1,8	0,6
CIC	+	1,2	0	0	0	0	+	1,2	++	1,8	0,6
Relac. C:N	0	0	0	0	0	0	++	1,8	V+	0,6	0,6
Estabilidad	0	0	V+	0,6	++	1,8	V+	0,6	++	1,8	0,6
Fertilidad	V+	0,6	0	0	0	0	V+	0,6	0	0	0,6
	1,8		0,6		1,8		5,4		6		
Prop. Operacs.											
Capacidad de Rehumentación	+	1	+	1	0	0	V+	0,5	V-	-0,5	0,5
Formación de Cepellón	+	0,8	V+	0,4	0	0	++	1,2	++	1,2	0,4
Experiencia de Uso	-	-0,6	-	-0,6	-	-0,6	-	-0,6	-	-0,6	0,3
Impacto Amb. por Uso	0	0	0	0	0	0	-	-0,4	-	-0,4	0,2
	1,2		0,8		-0,6		0,7		-0,3		
Valor Promedio Relativo de Atributos	0,60		0,62		0,01		1,45		1,65		

TABLA 16: CLASIFICACIÓN DE CALIDAD PARA ALGUNOS COMPONENTES DE SUSTRATO, SEGUN CRITERIOS ESTABLECIDOS (ADAPTADO DE LANDIS, 1990; TERES TERES, 2001).

Como material orgánico mencionamos a la turba de musgo Sphagnum como constituyente principal de la mezcla. Su elección debe a su presencia en la región formando turberas. Esta se clasifica por su grado de descomposición, utilizando una escala de niveles del 1 a 10 propuesta por Post (1924), siendo utilizada, la clasificación, mayoritariamente en turbales de musgo (Roig y Roig, 2004). Indirectamente surge de esta clasificación una, corrientemente utilizada por los productores y viveristas que la catalogan según el color, en turbas rubias, marrones y negras; permitiendo a los productores de turba diferenciar los estratos. Además, denominando la turba según el material originario de su formación, como son las turba de Sphagnum, de Carex y otras.

Propiedades operacionales como su disponibilidad en la región y su exigua distancia de transporte son decisivas en su elección como constituyente principal de la formulación. Esto

se ve reflejado en el cuadro comparativo de los diferentes medios posibles. Conjuntamente con la viabilidad de lograr un suministro de material homogéneo y uniforme, en cuanto a tamaño de material y clase de turba. Turbales de musgo *Sphagnum* son, por la biología del musgo, en su conjunto mayoritariamente compuestas por este, Roig (2000) explica que crece indefinidamente hacia arriba y utiliza su estructura muerta como sustrato para su crecimiento. De la comparación de parámetros físico-químicos y su explicación en las propiedades de los sustratos, permite aseverar que turba *Sphagnum* aporta un medio de crecimiento próspero. Que junto a complementos de manejo adecuado, de fertilización y el riego, nos ofrecen un medio físico y químicamente equilibrado durante toda la etapa de desarrollo y adecuado para ser colonizado por la raíz.

La utilización de un material regional como la turba en conclusión es favorable principalmente por el precio de adquisición local, el cual es menor de lo que se comercializa en el resto del país y su costo de transporte, que entendemos de su escasa incidencia en la construcción de los costos variables de la empresa; pero su significancia como recurso natural no renovable hace su extracción e incorporación como integrante principal de la formulación, tiene una valoración negativa desde una perspectiva ecologista de no utilización de recursos.

El empleo de materiales provenientes del reciclado de subproductos señala Pastor Sáez (1999) como una alternativa lo anterior. Se entiende su inconveniencia de implementación por la imposibilidad de completar el proceso de transformación y así su uso hasta el momento en estas latitudes. Además, dado el proceso extractivo vigente y su despachó a granel y sin procesar hacia la región centro del país. Es factible que su utilización regional puede ser un avance en dirección de lograr una integración vertical del proceso productivo en la provincia. Disminuyendo su extracción y destinando más recursos al agregado de valor para su comercialización hacia destinos alternativos.

Incorporar un material de origen inorgánico debe su fundamentación a la posibilidad que este nos brinda en el mejoramiento de uno o más parámetros físico-químicos determinados. Del cuadro comparativo se descarta como podemos observar a simple vista la arena volcánica. Justificado esto, por la distancia de origen del material hacia el centro de consumo, por su costo de transporte.

Las posibilidades de utilización que presenta tanto vermiculita como perlita, son evaluadas en orientación de sus propiedades físico-químicas. Razonado por su menor participación en la ecuación y su reducida densidad en seco, consecuencia de una mesurada incidencia en la construcción de la estructura de costos por precio-cantidad y precio-transporte.

Surge del la comparación de parámetros físico y químicos aportes diferentes de cada material, beneficio que se incorpora en la formulación objetivo de cada etapa del cultivo. Para etapas de iniciación de cultivo, siembra y emergencia, la vermiculita puede aportar condiciones físicas derivadas de la curva de retención de humedad tendiente a favorecer dicha etapa.

En su trabajo de comparación en diferentes sustratos, Olivo y Buduba (2006) expresan que en general, sustratos con vermiculita, independientemente del sustrato orgánico utilizado presenta mejores resultados; mencionando la combinación con turba, como la que presenta resultados más claros que los demás. Para Perlita, se resalta cualitativamente su aptitud mejoradora de la capacidad de aireación; su estabilidad física es positiva para optar en fases de crecimiento exponencial y rustificación, esta consolida el correcto crecimiento vegetal en todo el volumen del contenedor.

La formulación que emplea turba-perlita es una opción altamente calificada para las etapas posteriores al repicado a sus contenedores individuales. Este medio ofrece una mejora en el

agua fácilmente disponible, una muy alta capacidad de aireación y una CIC media-baja. Esta última, se ve desmejorada por la incorporación de un sustrato químicamente inerte como la perlita.

La formulación se entiende viable también en un análisis global de los insumos tecnológicos a utilizar. Para un contenedor de prioridad diametral en perjuicio de su profundidad, esta mayor CA condiciona en sentido beneficioso el medio para el crecimiento radical en todo el volumen del contenedor. Además, del valor del EPT que se encuentra por arriba de los planteados por los autores citados en el apartado de porosidad – propiedades físicas del sustrato.

Otra consideración tecnológica es el fertirriego, donde la solución nutritiva aportada en cada labor de riego conduce a un aumento de la CE del medio por la acumulación de sales en el medio. La perlita dada su condición química no favorece tal acontecimiento. Pudiendo ser una limitante para nutrientes que son fácilmente lixiviados de la solución como el nitrato.

La formulación de un sustrato con turba y perlita concibe una densidad en seco y en húmedo menor que la de un sustrato puro de turba, resultando en un menor peso de las bandejas portacontenedores y por ende su manipulación por los operarios. En este proyecto, la singularidad de la especie a multiplicar y la experiencia de otros viveros sobre la misma, respaldan la elección de un contenedor de volumen muy superior a los utilizados para los cultivos de Pino Ponderosa, Pino Oregón y Ciprés de la Cordillera, difundidos en los viveros forestales patagónicos. Por lo que la densidad del sustrato final en seco y húmedo son de importancia, en la selección de los materiales a optar.

La perlita es utilizada en los viveros que producen en contenedores como un componente inferior y su porcentaje en la formulación está comprendido en el parámetro de 10% al 30% del total. Landis (1990) plantea el uso de una perlita con un tamaño de partícula 1,7mm a 3,35mm para uso en contenedores. Aunque en la mezcla de los materiales y posteriormente durante el desarrollo del cultivo, el tamaño de las partículas se ve disminuido a una posible causa del efecto mecánico del crecimiento radicular. Martínez et al. (2006) resaltan que los pesos de los tamaños de partículas no se ven afectados significativamente en las clases con un tamaño menor de 0,5 mm. Si se observan variaciones en los tamaños de las clases superiores de 2 a 4,75 mm. Generando un aumento en la porosidad efectiva y en la capacidad del aire.

La utilización de vermiculita en la formulación genera un aumento en la capacidad de retención y por su alta CIC, incrementa la adsorción de nutrientes minerales en la solución. Al igual que la perlita su valor de pH ronda por la neutralidad (pH 7), por lo que no es problema en la formulación donde el componente principal – Turba de musgo *Sphagnum* – posee un valor de pH 4 – 5. La alta capacidad para retener nutrientes puede ayudar a disminuir la fertilización o bien mantener los niveles de los mismos entre las fertilizaciones, sin que se produzcan excesivas pérdidas por lixiviación. Su estructura de láminas similar a las arcillas expandentes le confiere una alta relación superficie/volumen, la adsorción de agua y nutrientes se debe a esta característica morfológica de su estructura. Pero el tamaño de la partícula utilizada en la fórmula puede generar una mayor porosidad de retención (clases de tamaños inferiores a 2,4 mm y superiores a 0,1mm). Aunque consideramos que por lo explicado en las líneas anteriores el criterio de elección se basa en el objetivo de este componente en la formulación, según requerimientos de la especie y características de contenedor.

#### 4.4.9 Contenedores

##### Generalidades, Ventajas y Desventajas, Propiedades Técnicas y Experiencias en el Cultivo *Nothofagus* sp. –

Las características de los sitios de plantación para la restauración, imposibilitada por diversos factores, requieren de la intervención antrópica en la recomposición paisajística, lograda a través de la plantación de *Nothofagus*. Donoso et. al. (2009) citando a Wilson y Jacobs (2006) exponen que, en sitios degradados, cubiertos hoy por densa cobertura herbácea y arbustiva, impide la regeneración de las especies arbóreas. En estos sitios como en otros con condiciones restrictivas (quemados recientemente o climas adversos) requiere plantar con plántulas de alta calidad, es decir que permitan altas tasas de supervivencia y crecimiento.

Lerena (1997) citando a Marcelli (1984) aconseja la conveniencia en el uso de contenedores para plantas forestales con el objeto de repoblar áreas, cuando la especie es de crecimiento en sus primeras edades no muy rápidas.

Los atributos fisiológicos son también de superlativa importancia en el uso de contenedores para colonizar dichas áreas, por la capacidad de adaptación al ambiente y de resistir sus condiciones temporales netamente adversas. Al respecto, Donoso et. al. (2009) concluyen que las plántulas producidas en contenedor y con poda apical son más resistentes al desecamiento, heladas, estrés hídrico y al daño por exposición de raíces, que la planta a raíz desnuda y de gran desarrollo en altura.

Actividades Operativas	Ventajas Inconvenientes
Necesidad de menor superficie. Menos requerimiento para su instalación.	Costos de infraestructura, mayor si la producción se realiza en invernaderos. Requiere un mejor diseño y definición adecuada de flujos.
Mejor control de variables de cultivo, permite adaptarla a la planta objetivo. Producción uniforme de plantas. Aplicación de riego y fertilizantes ajustada y controlada. Mayor mecanización y menor mano de obra.	Sistema radical limitado en su crecimiento, potenciales problemas en algunas especies. Dificultad para especies con necesidad de volumen grande de raíz. Mayor costo para una misma especie y edad.
Reduce daño y desecación en transporte. Mayor posibilidad de mecanización del proceso de transporte al sitio de plantación.	Probabilidad de pérdida de envases recuperados en plantación. Mayor peso y volumen por envase y cepellón, aumenta costos de operación.
Mayor resistencia al estrés en plantación. Facilita proceso de plantación. Mayor porcentaje de arraigo, por menor mutilación de raíces. Periodo de plantación más largo en climas con inviernos largos.	Problemas de la planta para extender el crecimiento radical fuera del cepellón. Mayor inconveniente en sitios con alta pedregosidad.

TABLA 17: PRINCIPALES VENTAJAS Y DESVENTAJAS OPERATIVAS EN LA PRODUCCION DE PLANTAS EN CONTENEDORES (ADAPTADO DE NAVARRO Y PEMÁN, 1997 EN CTPF, 2009).

Los contenedores para la producción presentan diferentes características técnicas, que obligan a su elección en función de la planta ideal para determinado sitio, donde debemos tener en cuenta los factores técnicos, biológicos y económicos.

La planta ideal como definición es sujeta a las características del sitio de plantación que definen los atributos morfo-fisiológicos convenientes para su óptimo desarrollo en la etapa de cultivo y asegurar su desenvolvimiento futuro (Mexal, 2008). La obtención de las características deseadas es a través de la elección tecnológica correcta.

Dentro de este marco, la selección del contenedor por los factores técnicos prioriza, en la elección por tamaño, espaciamiento y densidad. El tamaño, referido principalmente al volumen y sus factores constituyentes (longitud o profundidad y diámetro).

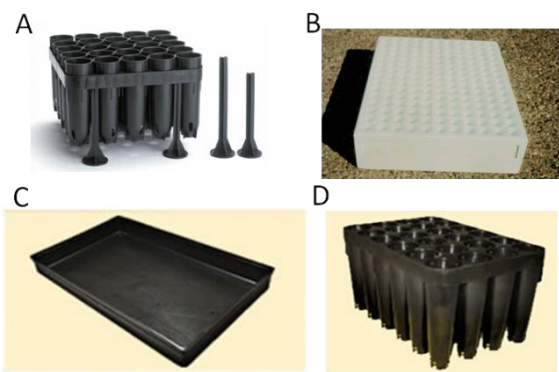


ILUSTRACIÓN 25: TIPOS DE CONTENEDORES DEL VIVERO FORESTAL. (A) TUBETES INDIVIDUALES CON PORTA BANDEJA. (B) POLIESTIRENO EXPANDIDO. (C) BANDEJA DE GERMINACIÓN. (D) BANDEJAS MONOBLOCK. (FUENTE: LANDIS, 1990 Y WWW.DASSPLASTIC.COM.AR)

La racionalidad técnico-económica en la viabilidad del proyecto sugiere que la decisión del tipo de envase y sus dimensiones, como costos derivados de estos; en conjunto con los resultados de sobrevivencia de experiencias pasadas, son decisivos.

En este sentido se expresan Tinus y McDonald (1979) citados por el INFOR (2001), Landis (1990) y Dumroese (2008). El volumen de contenedor a utilizar condiciona los parámetros anteriores expuestos, siendo explicado por Peñuela Rubira y Ocaña Bueno (2000) como su condicionante el factor económico y no el biológico, ya que:

- Envases mas grandes necesitan más espacio de crecimiento.
- Las plantas que crecen en estos envases necesitan periodos de crecimiento mayores para ocupar todo el volumen del contenedor con su sistema radical.
- Los contenedores grandes son problemáticos durante el transporte y plantación.

En lo presente, un problema mayor es las nulas experiencias del cultivo en la isla de Tierra del Fuego – lo que imposibilita el juicio de la mejor opción de contenedor –por la imposibilidad de cuantificar la respuesta de la planta en su ambiente definitivo. Existiendo si esa posibilidad de extrapolación de resultados y conclusiones de los trabajos realizados por los viveros patagónicos de argentina y chile, que trabajan en la actualidad en el cultivo de especies

nativas con la tecnología aquí propuesta y con ensayos de supervivencia y desarrollo.

#### Profundidad del Contenedor y Característica Internas

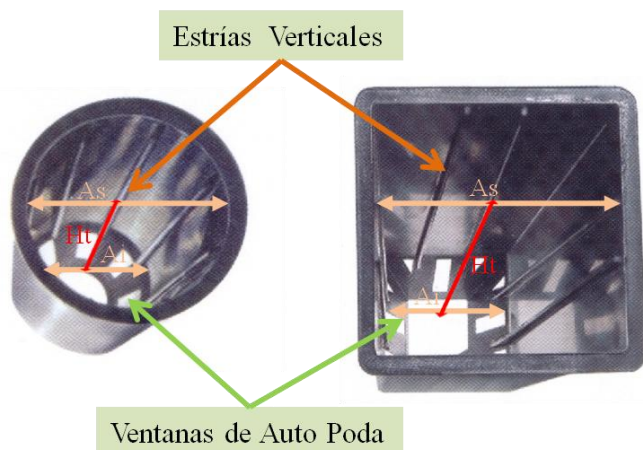


ILUSTRACIÓN 26: CONTENEDORES UTILIZADOS EN LA PRODUCCION DE PLANTAS FORESTALES. DETALLE DE SUS CARACTERÍSTICAS INTERNAS Y SU PROFUNDIDAD, PROPIEDADES QUE SON DEFINITORIAS EN LA CALIDAD DEL MATERIAL FORESTAL QUE SE DESTINA A PLANTACIÓN. ADEMÁS, SU MAYOR O MENOR AHUSAMIENTO EN SU PARTE INFERIOR PERMITE UN DESARROLLO RADICAL, AL IGUAL QUE SU SECCIÓN.

#### Volumen.

El volumen de contenedor óptimo se define por el diámetro y la longitud del contenedor. La densidad en conjunto con el diámetro y la profundidad del contenedor son los factores que hacen variar la altura y densidad del cuello en la planta (Mexal, 2008; Dumroese, 2008; CTPF, 2009). El volumen del contenedor es el factor más importante de una celda (Landis, 1990) y es la variable que más alta correlación muestra con el tamaño y la supervivencia en campo;



además, el agua adicional y la mayor cantidad de nutrientes disponibles en los envases, proporcionan significativamente mejores resultados de crecimiento y supervivencia (Lerena, 1997). Sumado a lo expresado por Landis (1989) donde indica que las especies latifoliadas requieren grandes volúmenes en los contenedores, con la consecuente menor densidad de crecimiento, en comparación con especies coníferas, por que las hojas más largas de las latifoliadas interceptan más agua y produce más sombra.

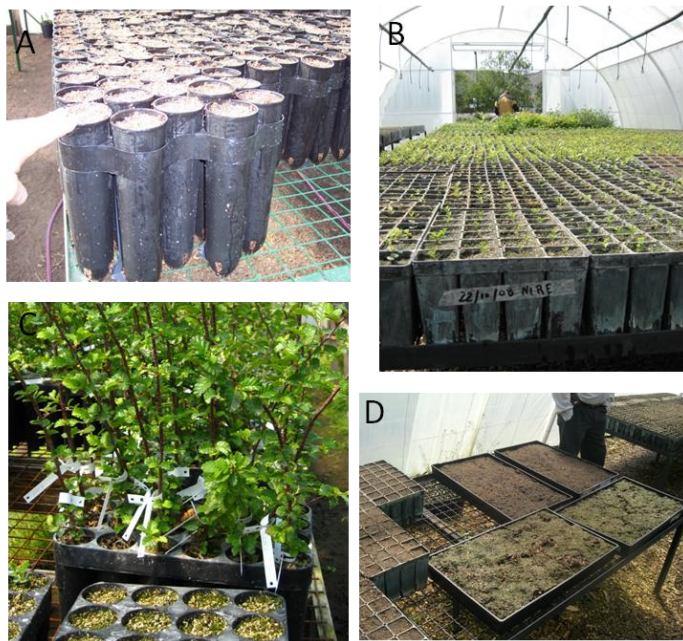


ILUSTRACIÓN 27: (A) CONTENEDOR INDIVIDUAL DE 250 CM<sup>3</sup> (FUENTE: TEJERA ET. AL. 2008). (B) BANDEJA MONO-BLOQUE HIKO (FUENTE: OYHARÇABAL, FLORENCIA). (C) BANDEJA MONO-BLOQUE DASPLASTIC Y (D) BANDEJA DE GERMINACIÓN DASPLASTIC (FUENTE: MEDINA, PAULA).

*Nothofagus pumilo* es una especie que por la morfología de sus órganos aéreos permite vislumbrar una competencia no significativa del espacio para captación de la radiación. Debido a su desarrollo inferior de la lámina foliar respecto de otras latifoliadas como *Nothofagus nervosa*. Añadido la forma de crecimiento que se observa en las plantas cultivadas en el vivero forestal experimental del INTA Trevelin, observamos la totalidad de plantas (con poda y sin poda) con una longitud de tallo considerable. Como consecuencia de la condición de ser una especie heliófila en estadios

tempranos de su etapa juvenil. Sabiendo que el desarrollo de un sistemas radical vigoroso con una alta densidad de raíces, es necesario para una planta destinada a sitios con un grado de alteración considerable.

En los viveros forestales de la región, se emplean diferentes tipos y dimensiones de contenedor. En los viveros chilenos está más generalizado el uso de contenedores de poliestireno expandido (Styrobloks); en menor medida el uso de tubetes individuales. En los viveros argentinos es generalizada la utilización de bandejas monoblock y contenedores porta bandejas de polietileno rígido.

El en cultivos de *Nothofagus pumilo* Tejera et al., (2008) advierten la utilización de contenedores con una capacidad volumétrica de 250 cm<sup>3</sup>, y sugieren que el uso de contenedores de mayor tamaño como el de 650 cm<sup>3</sup> requiere de dos temporadas, para la colonización del mismo por parte del sistema radical. Recomendando los primeros para cultivos de una temporada. La importancia del volumen del contenedor reside en el potencial de crecimiento radical y su tipo, lo que es definitivo en la malformación que se produce.

El mayor incremento en altura y diámetro no redunda siempre en mejores índices de calidad, pero si representa mejor los componentes que definen los atributos de calidad morfológica. Mexal (2008) indica al diámetro como parámetro de mejor interpretación en el futuro desempeño de la planta a campo, dada su correlación positiva con los parámetros de volumen de raíz y peso. La mayor supervivencia en el primer año de plantación en su sitio definitivo,



es fundamentada en estos parámetros, por la mayor reserva de carbohidratos y nutrientes en la estructura de la planta y su significativa capacidad de exploración del suelo forestal.

La descripción y análisis del volumen del contenedor conlleva a la determinación de las dimensiones del mismo y su densidad por superficie. La densidad y volumen son decisivos por su incidencia en el costo. Peñuela Rubira y Ocaña Bueno (2000) indican que una densidad de cultivo baja tiene un innegable costo. Este incremento puede variar los valores de inversión como los costos de producción, incrementándose el último por unidad de producto.

Favoreciendo – la baja densidad de cultivo – el crecimiento equilibrado de la parte aérea, para que no se produzca el efecto de ahusamiento. Consecuencia recurrente en especies latifoliadas por su tamaño de hojas, su disposición en el plano vertical y su arquitectura morfológica. Causa de la competencia de las plantas por el fototropismo positivo de las mismas. Peñuela Rubira y Ocaña Bueno (2000) expresan las implicancias biológicas y culturales modificadas por esta variable. A menor densidad las plantas reciben mayor radiación activa fotosintetizante en los tallos y hojas inferiores, teniendo un potencial hídrico más bajos, además de la variación en la temperatura del medio de crecimiento. Asimismo, expresan que la calidad de la planta aumenta con la disminución de la densidad de cultivo.

El menor crecimiento de altura en plantas cultivadas en baja densidad, es consecuencia de la mayor disponibilidad de recurso lumínico individual por lo tanto hay una competencia disminuida; factor decisorio en el objetivo de planta forestal según el sitio definitivo de plantación.

El resultado es una planta más equilibrada que se puede destinar a espacios abiertos con escasa vegetación herbácea y sitios donde no hay presencia de guanacos y animales herbívoros ramoneadores. Lo contrario puede ser empleado en espacios con presencia de alta cobertura herbácea y arbustiva. Además, en lugares donde existe una alta incidencia de ramoneo por guanacos u herbívoros; con el objetivo de lograr una altura y un crecimiento rápido en el sitio, que evite quedar suprimida por la vegetación presente.

La densidad o espaciamiento entre los contenedores es función del diámetro del contenedor, tanto como de su altura. La última es sujeta a análisis a continuación, para la comprensión de la magnitud en respuesta del producto logrado y su desempeño en el campo.

### **Profundidad**

La profundidad o altura del contenedor es mencionada como una variable definitiva (Landis, 1989; Peñuela Rubira y Ocaña Bueno 2000). Desde el punto de vista biológico y del cultivo, debido al efecto que ejerce sobre las propiedades de almacenamiento de agua del sustrato. Esto se explica por la zona de agua colgada o zona saturada que varía según el sustrato – es función de su porosidad total y de retención - pero es independiente de la altura del contenedor. Landis (1989) y Dumroese (2008) precisa que la zona saturada en el contenedor corresponde a los 5cm de la profundidad inferior, indiferente de la altura del mismo.

La zona de saturación se produce por un drenaje inconcluso del agua de riego. El drenaje es producto de la suma de potencial gravitacional junto al peso de la columna de agua, que superan el potencial mátrico. Facilitado por el flujo saturado que genera la percolación y salida de agua de los contenedores. La proporción del volumen ocupado en la cavidad, deriva de la altura. Siendo su contenido de humedad función de la permeabilidad de las paredes y de las perforaciones basales y longitudinales en las paredes del contenedor. Estas últimas son importantes en su sección como en su disposición. Contenedores ofrecidos en el mercado presentan buena longitud, pero en general carecen de aberturas longitudinales, en el caso de

tubetes rígidos. Mayor aun se manifiesta este fenómeno en envases de poliestireno expandido por propiedades inherentes del material constituyente.

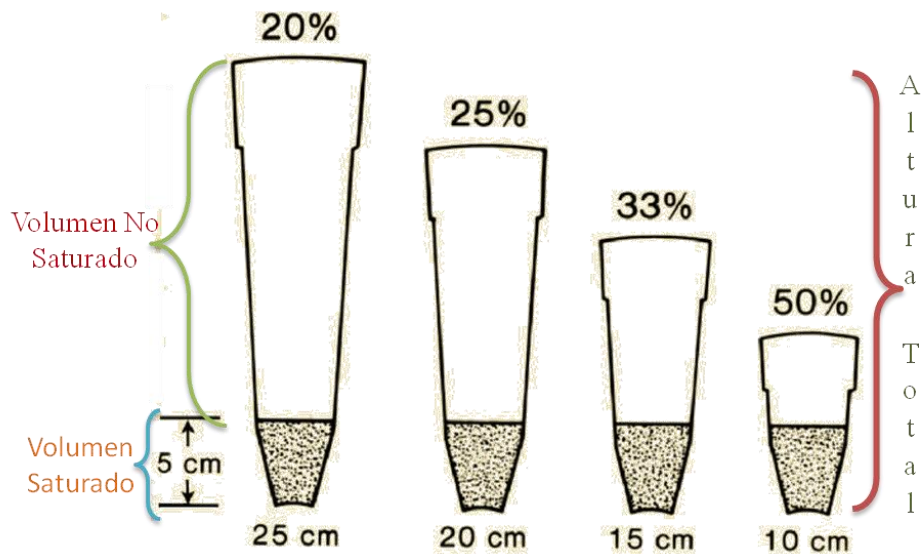


ILUSTRACIÓN 28: PROPORCIÓN DE VOLUMEN DEL CONTENEDOR CON SATURACION DE AGUA EN FUNCION DE LA PROFUNDIDAD DEL MISMO (ADAPTADO DE LANDIS, 1989).

En los suelos forestales de la provincia el desarrollo de su sistema radical, ocurre a escasa profundidad y en sentido horizontal, lo que permite el entrelazado de las raíces de cada individuo. Otorgándole una amplia capacidad de anclaje al suelo y resistencia a los vientos constantes y de alta intensidad. Este crecimiento es causado por las condiciones del ambiente edáfico. Que imposibilita la exploración en profundidad por la presencia de material rocoso superficial y horizontes inferiores totalmente minerales, que han mantenido diferentes procesos lo que genera condiciones físico-químicas inconvenientes para la exploración radical (estructura masiva, alta volumen de esqueleto, alta acidez, etc.).

Dumroese (2008) señala en consideración de la longitud del cepellón y la profundidad del sitio a repoblar. Como factores determinantes en el método de plantación y el tiempo para su ejecución, también del implemento utilizar. Todos como factores de decisión en la selección del contenedor correcto o que más se ajusta a las necesidades de nuestro proyecto.

Lo descripto no es un dato menor, se entiende conveniente la selección insistiendo en la capacidad volumétrica; y según condiciones de sitio, variaciones en la profundidad para favorecer el diámetro e indirectamente el PCR. El envase seleccionado debe prestar las condiciones propicias para el crecimiento de la planta, pero de manera equilibrada. Esto determinado por los ambientes a replantar y objetivos propuestos de atributos de calidad.

### **Diámetro.**

El diámetro es el factor de mayor importancia o incidencia en el desarrollo de la planta y lo es también en la eficiencia de distribución del agua de riego sobre todo en cultivos de latifoliadas.

La sección del contenedor es directamente proporcional al diámetro en el cuello de la planta y por ende al grosor del tallo. Como plantea Dumroese (2008) el grosor del tallo es función directa del diámetro de la cavidad, pero está altamente relacionado con la densidad.

La supervivencia a campo de la planta según Lerena (1997) se explica por una alta correlación entre las variables que ajustan el volumen del contenedor; la densidad es la variable que sigue en importancia y se encuentra estrechamente correlacionada con el diámetro de la planta y el

desarrollo de la parte aérea. A su vez, Mexal (2008) distingue al diámetro de la planta como el mejor atributo morfológico para predecir el comportamiento de supervivencia en el sitio definitivo. Menciona al volumen de raíces y peso de la planta como atributos correlacionados con el diámetro.

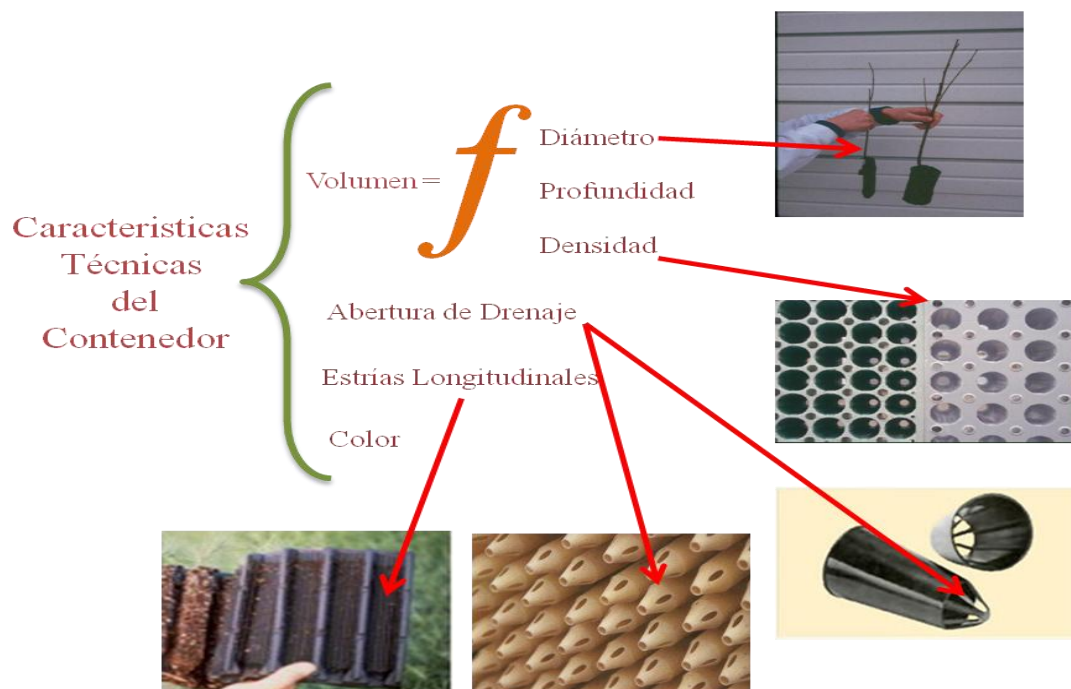


ILUSTRACIÓN 29: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL CONTENEDOR FORESTAL (FOTOS: DASPLASSTIC, LANDIS Y LERENA).

Siguiendo con las características técnicas, no de parámetros de dimensionamiento, hay propiedades importantes para la elección del contenedor correcto. La forma de la sección transversal de la cavidad no es un factor relevante. Si lo es la forma en la sección longitudinal, siendo la mayoría ahusados en la parte inferior, lo que puede generar abultamiento en el fondo del contenedor.

Propiedades de diseño como estrías o costillas laterales para prevenir el espiralamiento de las raíces; los orificios de drenaje, que cumplen la doble función de percolación del agua de riego y la función de poda de raíces y la circulación de aire para evitar generar las condiciones que predispongan posibles ataques fúngicos. Son todas características importantes en la elección del contenedor correcto.

De las características de diseño mencionadas, evitar el espiralamiento de las raíces durante la etapa de cultivos, es la más importante. Su consecuencia se ve en la supervivencia de la planta en su sitio definitivo, donde esta se establece normalmente; pero como menciona Burdett (1979) citado por Landis (1990), el crecimiento en el tiempo conduce generalmente a una pérdida de la verticalidad o al estrangulamiento. Debemos advertir que estas pérdidas generan mayores costos a la plantación por trabajos efectuados sobre pérdidas de existencia futura.

La elección de un contenedor con costillas verticales puede resolver el problema. El crecimiento de las raíces en sentido lateral es detenido por el tope que estas costillas suponen, conduciéndolas hacia abajo. Las raíces crecen ocupando el volumen del contenedor hasta llegar a la zona inferior del mismo, aquí detienen su crecimiento por causa que la raíces entra en contacto con el aire.

En conclusión, la elección del contenedor se hace teniendo en consideración múltiples variables técnicas del mismo y del proceso productivo. Al igual que para la selección del sustrato, debe realizarse el análisis de estas variables en función de la planta ideal para determinado ambiente.

La planificación propuesta para cultivar lenga en contenedor bajo condiciones de atmosfera parcialmente controlada, el tiempo de crecimiento establecido y las alternativas de tecnológicas a plantear. Nos circunscribe la elección del contenedor a tamaños medios a grandes.

#### **4.4.10 Riego y Fertilización**

##### **Calidad de Agua.**

La calidad del agua es fundamental –como se planteo en las características óptimas de localización- por la posibilidad de desarrollo del producto; en nuestro caso, plantas forestales. La definición de calidad, para su uso en el vivero de producción se determina por diferentes componentes. El CTPF (2009) señala que la calidad de agua es un factor importante al momento de evaluar la factibilidad de usarla como riego suplementario en el vivero. Considerando esta evaluación anterior a la determinación de localización de la estructura.

Landis (1989) indica que para la producción de plantas, la calidad del agua es determinada por la partículas suspendidas y por las sales disueltas. Follet y Saltanpour (1999) citados en CTPF (2009) identifican dos criterios para medir la calidad del agua para riego.

- Contenido total de sales solubles.
- Proporción de sodio con respecto a otros cationes.

La concentración de sales solubles y las características de los iones producidos cuando se disuelven en el agua afecta adversamente el crecimiento y desarrollo de las plantas. El exceso de sal provoca un aumento de presión osmótica en la solución del suelo o sustrato, que induce a estrés fisiológico por la imposibilidad de absorber el agua disponible en la solución (Baccaro et. al., 2006; CTPF, 2009).

Para determinar la salinidad del agua se utiliza el término de conductividad eléctrica (CE) (Landis, 1989; Dumroese, 2008; CTPF, 2009). Baccaro et. al. (2006) indica este parámetro como el más importante para evaluar calidad de agua para riego. Se define como la capacidad que tienen las sales orgánicas en solución (electrolitos) para conducir corriente eléctrica, a una temperatura estándar (25°C). La CE de la solución del sustrato presenta una alteración gradual en el comportamiento fisiológico del cultivo según incremento de la misma. Sus valores se exhiben divididos en rangos de tolerancia para las especies vegetales.

Conductividad Eléctrica (dS/m)	Rango
0-2	Bajo
2-4	Moderado
4-8	Alto
8-16	Excesivo
>16	Muy Excesivo

TABLA 18: RANGOS DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (CE). (FUENTE: LAMOND Y WHITNEY, 1992 CIT. EN CTPF, 2009).

Los rangos son orientativos para la mayor cuantía de especies vegetales presentando umbrales de tolerancia diferentes cada una de ellas. Lo que establece rangos específicos según la variación en la tolerancia, aunque los procesos afectados y consecuencias fisiológicas son comunes. Por lo que la alteración en los procesos fisiológicos es señalada en forma general por Fuller y Halderman (1975) citados en Landis (1989):

- Reducción de la disponibilidad de agua.
- Disminución de la permeabilidad por presencia de iones sodio.
- Toxicidad por otros iones.
- Alteración de la disponibilidad de nutrientes esenciales.

De las cuatro posibles consecuencias, la disminución de disponibilidad de agua y la toxicidad por iones tóxicos, son las causas que debemos prestar mayor atención en la producción de plantas en contenedores. La primera, el efecto osmótico – citado inicialmente – que genera la alta concentración de sales del medio, incrementado por la técnica de fertirriego; razón del enjuague que establece el protocolo de uso de la técnica de ferti-irrigación. La segunda, por la susceptibilidad de la especie a los diferentes iones o nutrientes y a sus concentraciones. Por último, el pH como propiedad química del agua oscila en el rango de valores próximos a la neutralidad (pH 7) o inferior (pH 6 a 6,5).

### ***Sistema de Riego.***

El agua para riego en viveros forestales se obtiene de fuentes superficiales que se almacenan en estructuras; o mediante la extracción del agua que se encuentra en napas. En viveros de tipo permanente la provisión de agua y el sistema de riego son parte de las obras físicas y alternativas tecnológicas consideradas en la ingeniería de proyecto; Sapag Chain, N. y Sapag Chain, R. (1993) precisan que influyen directamente sobre la cuantía de las inversiones, costos e ingresos.

La elección y planificación del sistema de riego para la producción en contenedor restringe el uso de sistemas convencionales, más aptos para el cultivo de plantas a raíz desnuda. Sumado a esto la necesidad de lograr altas tasas de eficiencia en el uso de los recursos y la uniformidad de crecimiento del cultivo. Obligan a la elección de un sistema que genera la distribución uniforme de agua en el área y (CTPF, 2009) produzca el tamaño de gota que llegue al sustrato durante todo el ciclo. La penetración de la gota de agua en el sustrato y su uniformidad en el cultivo permite el logro de cultivos sin estrés por humedad y deficiencia de nutrientes.

Por lo expuesto, son en los viveros en contenedores los sistemas de riego por microaspersión y nebulización, los más utilizados (INFOR, 2001; CTPF, 2009). Estos sistemas se clasifican en fijos o móviles, dentro de los fijos pueden ser fijos a nivel basal y fijos en la parte superior (Landis, 1989).

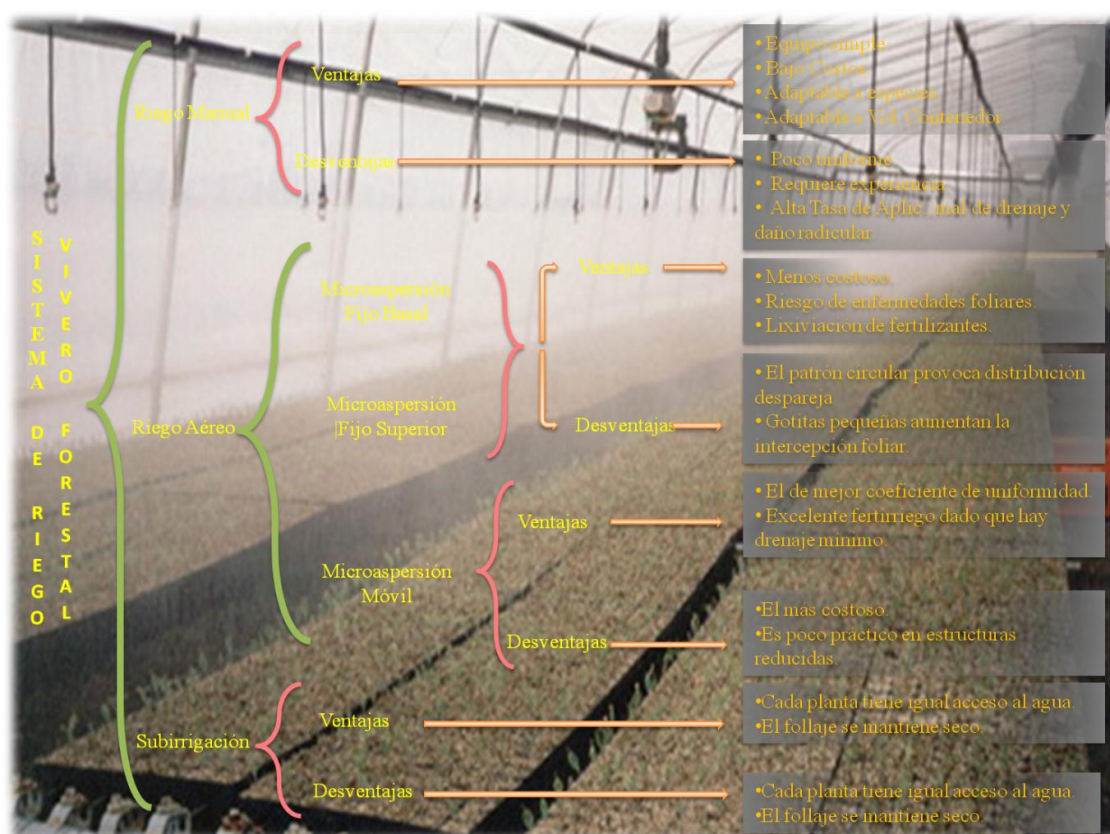


ILUSTRACIÓN 30: CLASIFICACIÓN DE SISTEMAS DE RIEGO, VENTAJAS Y DESVENTAJAS (ADAPTADO DE MONSERRAT, 2005 Y DUMROESE, 2008). (FOTO: ENRICCI, 2006).

Los viveros patagónicos que desarrollan tecnología de cultivo en contenedores con atmósfera controlada, bajo invernadero o a intemperie, emplean el riego por aspersión fijos. El vivero Hua Hum<sup>3</sup> radicado en la localidad de San Martín de los Andes, emplea el sistema fijo basal. Este desarrolla en la actualidad como cultivo principal, *Pinus ponderosa* y en menor medida especies nativas de los bosques patagónicos. El vivero comunal de Huínganco<sup>4</sup>, presenta el mismo método con mesadas al exterior. En tanto que el vivero Paider Ftal. UNPSJB y vivero INTA Trevelin utilizan sistemas de riego fijos superiores. En todos estos se utiliza el riego como sistemas de inyección de fertilizantes durante todas las etapas de los cultivos. Landis (1989) advierte que generalmente este sistema no aplica agua tan uniformemente como sistemas móviles. Pero hace un trabajo aceptable siempre que este bien diseñado y se le proporcione un buen mantenimiento.

<sup>1, 2</sup> Visita Personal al Establecimiento (Misión inversa para perfeccionamiento en la producción de viveros forestales patagónicos-(Esquel- noviembre 2008).





ILUSTRACIÓN 31: (A) RIEGO POR ASPERSIÓN FIJO A NIVEL BASE (VIVERO HUA HUM – SAN MARTIN DE LOS ANDES – NEUQUÉN) (ENRICCI, 2006). (B) RIEGO POR ASPERSIÓN FIJO SUPERIOR (VIVERO PAIDER FTAL. – UNPSJB – ESQUÉL – CHUBUT) (ENRICCI Y MASSONE, 2006). (C) RIEGO POR ASPERSIÓN SUPERIOR EN MESONES EXTERIORES (VIVERO COMUNAL HUINGANCO – HUINGANCO – NEUQUÉN) (AUTORA: MEDINA, PAULA). (D) RIEGO POR ASPERSIÓN SUPERIOR (VIVERO INTA TREVELIN – TREVELIN – CHUBUT) (SCHINELLI, 2008).

Para regiones de baja temperatura media anual y temperaturas por debajo del punto de congelación en otoño e invierno y aun en temporada primaveral. Es una limitante el uso de reservorios a cielo abierto por congelamiento del agua de riego. Este problema es mayor a fines de invierno, por siembras tempranas para lograr los objetivos de crecimiento y desarrollo.

El vivero para la producción de plantas forestales de larga proyecta la instalación de un o unos tanques cisterna, con capacidad para abastecer el vivero por un tiempo que contempla la provisión de agua durante dos semanas en el máximo de frecuencia de riego. Su ubicación se sitúa resguardada de las inclemencias climáticas dentro de una estructura edilicia. Construido con piso de concrete donde apoya el tanque cisterna. Muros laterales y bóveda en estructura de hierro y madera. Revestida en laterales con placas de cinc (exterior), lana de vidrio – para mayor efecto térmico – y placas Durlock® resistentes a la humedad, como revestimiento interior.

El cabezal de riego se ubica en la misma sala que los tanques de provisión de agua. Constituido por la bomba o sistema de bombeo y situado a la salida del reservorio. Debe entregar un caudal y mantener la presión constante, venciendo las pérdidas de carga que se producen en el sistema.

También se encuentran aquí el sistema de filtrado, compuesto por diferentes tipos de filtros según uso, origen y propiedades de calidad de agua disponible. En los sistemas de riego presurizados es común la obstrucción de cañerías y aspersores por partículas pequeñas debido al menor diámetro de estos elementos. Los materiales causantes de obstrucción son:



- Partículas minerales (arcilla, limo y arena).
- Materia orgánica.
- Sales precipitados (carbonatos).

Los sistemas de cabezal para riego presurizado emplean diversos tipos de filtro que ofrecen alternativas de uso por la diferentes capacidades de filtrado que ofrecen. Los tipos y capacidades son expuestos en la siguiente tabla.



ILUSTRACIÓN 32: (A-B) SISTEMA DE INYECCIÓN VENTURI (VIVERO PAIDER FTAL. – UNPSJB – ESQUEL – CHUBUT). (C) SISTEMA DE INYECCION VENTURI CON BOMBA CENTRIFUGA (VIVERO HUA HUM – SAN MARTIN DE LOS ANDES – NEUQUÉN). (D) SISTEMA

En los viveros forestales patagónicos se implementan en la actualidad sistemas de inyección venturi<sup>5</sup>, por su menor dificultad. Además de su fácil implementación, su construcción determina que el agua pase por un sector de diámetro reducido, provocando el incremento de su velocidad de manera que la presión se vuelve negativa, generando una diferencia con la presión atmosférica, causante del flujo.

Por último, el cabezal de riego posee válvulas de apertura de flujo y de control, y elementos para observar la presión en el sistema. Anterior y posterior al sistema de inyección de fertilizantes, con el objetivo de conocer las pérdidas mencionadas.

El diseño del riego con tuberías aéreas expone dos problemas comunes en su uso a causa del agua residual luego de la aplicación de la lámina. El primero, goteo continuo sobre el cultivo de los aspersores y el segundo, congelamiento del agua residual en la tubería durante la temporada invernal. Con alta probabilidad de ocurrencia en climas templados fríos y con un comportamiento continental de las variables climáticas como las descriptas para la región del ecotono. La colocación de válvulas antigoteo es la solución al primer problema.

Como último y principal elemento en el dimensionamiento hidráulico del proyecto los emisores para microaspersión son variados en el caudal de entrega, tamaño de gota y cobertura de superficie cubierta. Los sistemas fijos superiores se emplean aspersores invertidos ubicados perpendiculares al cultivo, esto hace que la dilatación o flexión de las tuberías no incidan sobre el óptimo funcionamiento. Otra o la ventaja más importante de este

<sup>5</sup> Vivero Paider Ftal. UNPSJB, Vivero Campo Experimental INTA-Trevelin, Vivero CORFONE y Vivero Comunal Huínganco (Visita Personal– Curso Vivero Forestales – Esquel – Noviembre 2008).

sistema, sumado a su uniformidad de aplicación, es posibilitar la ejecución de otras labores como es la aplicación de productos fitosanitarios.

La distribución del agua en forma de lluvia por los aspersores y la posibilidad de reemplazar la boquilla, permite modificar a voluntad el caudal unitario por unidad de tiempo y el diámetro de gota. Beneficioso para poder cubrir la demanda hídrica del cultivo en sus diferentes etapas. La variación del diámetro es esencial en la producción de plantas latifoliadas, que por su morfología de hoja, arquitectura y densidad de follaje, puede impedir un mojado uniforme de el sustrato en los contenedores por la intercepción de las plantas en diferentes estados del cultivo.

### Planificación del Riego.

La metodología de planificación del riego permite la aplicación de una lámina o volumen de agua para favorecer los procesos fisiológicos en la planta. Con el objetivo de posibilitar la expresión de potencial de crecimiento y desarrollo que garantice la supervivencia y establecimiento en su sitio definitivo de plantación. Además, de incorporar fertilizantes solubles a través del sistema, para ello se coloca en el centro de control venturi, inyector o bomba y el o los y tanques en donde se alojan las soluciones madres.

El programa de riego y fertilización a través del sistema varía en las diferentes etapas o fases por las cuales atraviesa el cultivo. En tal sentido **Peñuelas y Ocaña (1998)** indican esta actividad como una de las principales gestiones del vivero y resalta la posibilidad de variación según los cambios en condiciones climáticas, medioambientales y según el ciclo del cultivo.

La frecuencia de riego se determina de variadas formas, desde simple e imprecisas a complejas y precisas.

Para mantener los valores óptimos de contenido hídrico disponibles para la planta, (Landis 1989, Dumroese, 2008; Tejera, 2008) proponen el “Método de Peso del Contenedor”.

## Método de Control de Riego

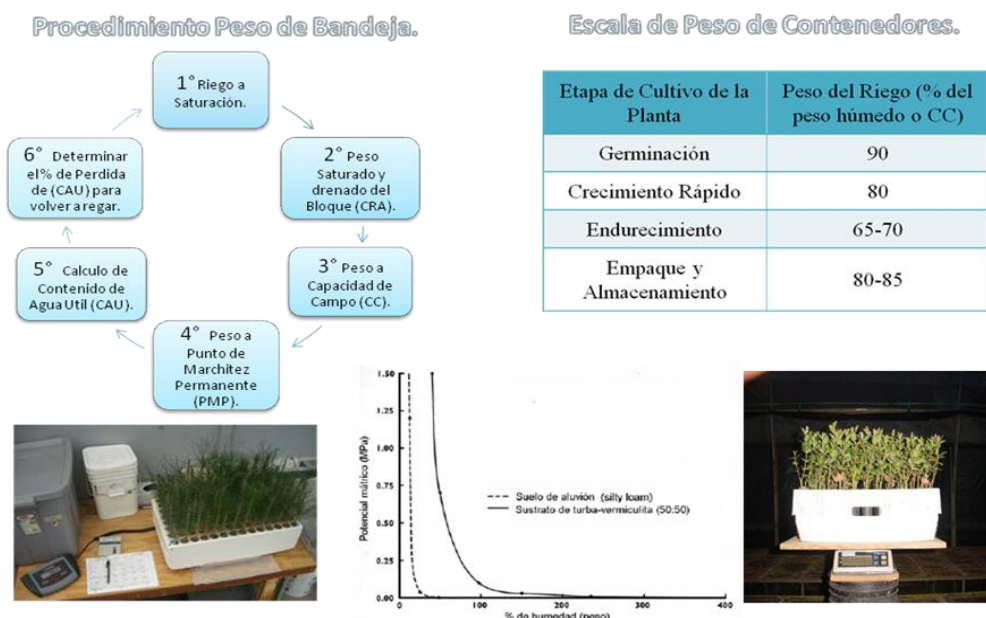


ILUSTRACIÓN 33: CONTROL DE RIEGO POR PESO DE BANDEJA Y ESCALA ILUSTRATIVA DE PESO DEL RIEGO - CURVA DE RETENCIÓN DE HUMEDAD PARA SUSTRATO DE TURBA- VERMICULITA (50:50) - PESO DE CONÍFERA (EXTRAIDA DE LANDIS, 1989) Y PESAJE DE BANDEJA DE E. GLOBULUS (ESCOBAR, 2008).

La disponibilidad de agua varía con el contenido en relación de la tensión de succión con que se retiene. En consecuencia, Terés Terés (2001) expresa que el agua del sustrato tiene que estar disponible a un nivel energético tan bajo como sea posible, considerando que – al mismo tiempo – debe haber aire disponible en cantidad suficiente en los poros de la zona radicular. Tejera et al. (2008) para cultivo de lenga en contenedor calculan la lamina de reposición según el estadio de las plantas y su consumo utilizando como criterio de necesidad de riego el momento en el cual las bandejas alcanzan un 80% del contenido máximo de agua en peso.

Podemos concluir que el cuándo del riego, con sistemas de aspersión, debe ser ajustado a las necesidades de la planta en relación a el medio en el cual crece y desarrolla; además, las condiciones atmosféricas a las cuales es sometida.

La planificación del riego por división de fases del cultivo es un método propuesto (Landis, 1989; Peñuelas y Ocaña, 1998; Dumroese, 2008; Escobar, 2008; CTPF, 2009) y utilizado en los viveros forestales patagónicos, que cultivan especies nativas como Lenga, Ñire, Coigüe y Raulí (Enricci y Massone, 2004; Tejera et al. 2008; CTPF, 2009).

La primera etapa **“Germinación y emergencia”**, el riego se aplica en ausencia de soluciones fertilizantes. Enricci y Massone (2006) y Tejera et al. (2008) realizan en la fase de nacimiento, la cual estiman su duración de cuatro semanas, una frecuencia de riego de tres veces por semana. El primero, recomienda el uso de una dilución de solución concentrada de ácido fosfórico para reducir los valores de pH del agua de riego de ser necesario. A diferencia de estos autores, el CTPF (2009) recomienda regarlas superficialmente dos veces al día cuando están en la fase de germinación, una vez por la mañana y una vez por la tarde. Luego de un mes de germinación, la frecuencia de riego puede disminuir a uno y como máximo a dos, pero aumentando la intensidad.

Durante las fases siguientes la planificación de frecuencia e intensidad de riego debe determinarse para cada especie en partículas y según las condiciones en las cuales crece y desarrolla la misma. Se utiliza como programación para nuestro proyecto la planificación planteada en Tejera et al. (2008) adecuada a la especie de Lenga cultivada en contenedor bajo condiciones de atmósfera controlada. Solo se plantea su adaptación según la duración del cultivo. Surgida de las alternativas tecnológicas ideadas y evaluadas. Una vez descrito la fertilización durante las fases se expone el cuadro de planificación desarrollado por dichos autores.

En la etapa de **“Establecimiento”** del cultivo que para lenga comienza una vez realizado el repique de plántulas desde las bandejas de germinación hacia las celdas de cultivo. Durante unos días se mantendrá la misma frecuencia de riego para evitar pérdidas de plántulas recién repicadas. La pérdida de agua durante la fase es principalmente consecuencia de la evaporación. Superada la etapa crítica de repique continuamos con el programa de riego expuesto.

La frecuencia de riego y su intensidad es mayor durante la etapa de **“Crecimiento”** debiendo diferenciar las sub-fases donde la planta experimenta crecimientos exponenciales y la demanda de agua se acrecienta en tal sentido. Por último, la etapa de **“Rustificación”** plantea la mayor variabilidad en frecuencia e intensidad de riego. En esta etapa se reduce la frecuencia del mismo ya que la restricción de agua es una de las herramientas junto con el cambio en la dieta fertilizante para lograr una planta forestal con aptitud fisiológica para supervivencia y crecimiento en el campo.

## Planificación Temporal del periodo de cultivo y de las fases involucradas

Fase	Fecha Inc.	Fecha Ter.	Duración (semanas y días)	
Germinación	20-ago	26-ago	4 Semanas	28
	27-ago	02-sep		
	03-sep	09-sep		
	10-sep	16-sep		
Establecimiento	17-sep	23-sep	6 semanas	42
	24-sep	30-oct		
	01-oct	07-oct		
	08-oct	14-oct		
	15-oct	21-oct		
	22-oct	28-oct		
Crecimiento Rápido	29-oct	04-nov	10 semanas	70
	05-nov	11-nov		
	12-nov	18-nov		
	19-nov	25-nov		
	26-nov	02-dic		
	03-dic	09-dic		
	10-dic	16-dic		
	17-dic	23-dic		
	24-dic	30-dic		
	31-dic	06-ene		
Rustificación	07-ene	13-ene	12 semanas	84
	14-ene	20-ene		
	21-ene	27-ene		
	28-ene	03-feb		
	04-feb	10-feb		
	11-feb	17-feb		
	18-feb	24-feb		
	25-feb	03-mar		
	04-mar	10-mar		
	11-mar	17-mar		
	18-mar	24-mar		
	25-mar	30-mar		

TABLA 19: PLANIFICACION TEMPORAL DEL PERIODO DE CULTIVO Y DE LAS FASES INVOLUCRADAS.

## Dimensionamiento del Vivero Forestal

Vivero Forestal "Producción de Plantas de Lengua (1+0)"				
Requerimiento de Material Anual				
Años	01 a 05	06 a 10	11 a 20	
Superf. a Restaurar (ha/año)	9	12	30	
Densidad (pl/ha)	1111	1111	1111	
Superv. 1° año plant.	0.55	0.45	0.25	0.25
				0.75
Necesidad de Plantas (pl/año)	9999	13332	33330	
Reposición al año de plantación	4500	3333	8333	
<b>Necesidad Plantas "plant. + Repos. (pl/año)</b>	<b>14499</b>	<b>16665</b>	<b>41662.5</b>	
Intensidad de Selección (% de descarte)	90	0.1		
Perdida Almacenamiento y Transporte	95	0.05		
<b>Plantas en cultivo (n° cel. cultivo)</b>	<b>16673</b>	<b>18332</b>	<b>41663</b>	
Semillas (n° de semillas/kg)	50000			
% de Viabilidad	55	0.55		
% de Germinación	38	0.38		
% de Pureza	96	0.96		
% de pérdidas pos-repique	20	0.8		
Necesidad de Semilla (N° de semillas Ind.)	103876	114206	259560	
<b>Necesidad de Semilla (Kg de semillas)</b>	<b>2.08</b>	<b>2.28</b>	<b>5.19</b>	

TABLA 20: DIMENSIONAMIENTO DE VIVERO FTAL. NECESIDAD DE PLANTAS Y SEMILLAS PARA SENDOS PERIODOS

# Red para Cosecha de Semilla

	3500000		78%
	50000		
Semillas (kg sem/m <sup>2</sup> superf)	0.007		

4	4	16
---	---	----

Periodo	01 a 05	06 a 10	11 a 20
Superf. de red de Cosecha (m <sup>2</sup> /ha)	72	398	905
	20%		

Variación del n° de paños de cosecha para demanda anual de semillas				
Periodo		01 a 05	06 a 10	11 a 20
		Paños de red de cosecha (n°)		
Variación de Dispersión de Semillas (gr sem./m <sup>2</sup> superf.)	0.0139	2	13	28
	0.0133	2	13	30
	0.0126	3	14	31
	0.0119	3	15	33
	0.0112	3	16	35
	0.0105	3	17	38
	0.0098	3	18	40
	0.0091	3	19	43
	0.0084	4	21	47
	0.0077	4	23	51
	0.0070	5	25	57
	0.0063	5	28	63
	0.0056	6	31	71
	0.0049	6	36	81
	0.0042	8	41	94
	0.0035	9	50	113
	0.0028	11	62	141
	0.0021	15	83	188
	0.0014	23	124	283
	0.0007	45	249	565
	0.0001	453	2488	5655

Periodo	01 a 05	06 a 10	11 a 20
Paños de Red de Cosecha	5	25	57

TABLA 21: RED DE COSECHA DE SEMILLAS. NECESIDAD DE REDES A COLOCAR PARA ABASTECIMIENTO DE SEMILLAS EN CADA ETAPA.

### Superficie de almaciguera para cultivo de *Nothofagus pumilo*

N° de plántulas/m <sup>2</sup>	3500	Bandeja Germinadora (L x A)	
Factor de Corrección	0.201	0.62	0.36
	Band/m <sup>2</sup>	4.5	

Densidad de Siembra		Periodo	01 a 05	06 a 10	11 a 20
N° de semillas/m <sup>2</sup> corregido	4202	N° de Bandejas de Germinacion			
Gr de semillas/m <sup>2</sup>	84		22	122	277
Gr de semillas/Bandeja	18.76				
		Superficie de Siembra efectiva (m <sup>2</sup> )			
			5	27	62
		Superficie de Siembra Total (m <sup>2</sup> )			
			6	33	74

### Superficie de cultivo para de *Nothofagus pumilo*

Bandeja de Cultivo	Modelo	
Propiedades de diseño	R250	24250
N° de celdas/Band	54	24
Largo de bandeja	0.63	0.33
Ancho de bandeja	0.42	0.23
Volumen de Celda	250	250

Bandeja Almaciguera	Caract	Volumen
Largo	0.62	0.0156
Ancho	0.36	
Altura	0.07	

TABLA 22: CALCULO DE LA SUPERFICIE DE CULTIVO NECESARIA PARA ALMACIGUERAS Y BANDEJAS DE CULTIVO POR ETAPA DE PLAN.



Superficie y Bandeja de Cultivo para <i>Nothofagus pumilo</i>						
Modelo	R250			24250		
Periodo	01 a 05	06 a 10	11 a 20	01 a 05	06 a 10	11 a 20
N° de celdas/m <sup>2</sup>	204			316		
Superficie cultivo efectiva	82	90	204	53	58	132
N° de Bandejas	309	339	772	695	764	1736
Superficie cultivo total	98	108	245	63	70	158

Estructura de Invernadero para Cultivo de <i>Nothofagus pumilo</i>						
Modelo	R250			24250		
Periodo	01 a 05	06 a 10	11 a 20	01 a 05	06 a 10	11 a 20
Superficie de Cultivo Total	98	108	245	63	70	158
Ancho	6.20	6.20	6.20	6.20	6.20	6.20
Longitud	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
Altura Cumbrera	4.65	4.65	4.65	4.65	4.65	4.65
Altura Bajo Canaleta	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Ventilacion Lateral						
Altura Enrollable Maxima	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Longitud de Ventana	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00
Ventilacion Frontal						
N° de Ventanas Guillotina	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Ancho ventana	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Alto de ventana	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Volumen de Estrutura						
Volumen a h. Lateral	372.00	372.00	372.00	372.00	372.00	372.00
Volumen Techumbre	129.81	129.81	129.81	129.81	129.81	129.81
Indicadores						
Superficie de Estructura	124.00	124.00	124.00	124.00	124.00	124.00
Numero de Naves Individuales	0.8	0.9	2.0	0.5	0.6	1.3
Volumen Total	501.81	501.81	501.81	501.81	501.81	501.81
Superficie de Ventilación (Lat. y Fro)	46.80	46.80	46.80	46.80	46.80	46.80
Rel. Sup. Ventana/Sup. Suelo(m <sup>2</sup> -m <sup>2</sup> )	37.74	37.74	37.74	37.74	37.74	37.74
Rel. Vol. Aire/Sup.Cubierta (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	4.05	4.05	4.05	4.05	4.05	4.05
Techo (calculo volumen)						
Valor base de sección (a´)	0.775					
Valor de Vertical (m)	1.65					
Valor de Vertical (m´)	1.52					
Valor de Vertical (m´´)	1.14					
Valor de Vertical (m´´´)	0.71					

TABLA 23: CALCULO DE SUPERFICIE Y BANDEJAS DE CULTIVO AJUSTADO AL DIMENSIONAMIENTO DEL INVERNADERO. N° DE NAVES A INSTALA PARA LAS ETAPAS EN FUNCION DE LOS CONTENEDORES PROPUESTOS.

### Necesidad de sustrato en etapa de siembra, germinación-emergencia y cultivo

Demanda de Sustrato en Bandejas Germinadora					
Periodo		01 a 05	06 a 10	11 a 20	
Sustrato	Proporción	0.38	2.09	4.76	V.T (m <sup>3</sup> )
Turba	0.7	0.27	1.46	3.33	Vol. %
Perlita	0.2	0.08	0.42	0.95	
Vermiculita	0.1	0.04	0.21	0.48	
Volumen de Sustrato para Germinacion		0.38	2.09	4.76	V.T (m <sup>3</sup> )

Demanda de Sustrato en Cultivo (Establecimiento - Crecimiento Rapido - Rustificación)								
Bandeja	Mod. Celda	R250	R250	R250	24250	24250	24250	Mod. Celda
Periodo		01 a 05	05 a 10	11 a 20	01 a 05	05 a 10	11 a 20	Periodo
Sustrato	Proporción	4.17	4.58	10.42	4.17	4.58	10.42	V.T (m <sup>3</sup> )
Turba	0.66	2.75	3.02	6.87	2.75	3.02	6.87	Vol. %
Perlita	0.34	1.42	1.56	3.54	1.42	1.56	3.54	
Volumen de Sustrato para Fases de Cultivo		4.17	4.58	10.42	4.17	4.58	10.42	V.T (m <sup>3</sup> )

TABLA 24: CALCULO DE SUSTRATOS PARA LAS ETAPAS DEL PLAN Y DE LOS CONTENEDORES PROPUESTOS.

## 5. DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN ECONOMICA Y FINANCIERA, DE LOS NIVELES DE PRODUCCIÓN PRETENDIDOS EN CANTIDAD Y CALIDAD

A continuación se presentan tablas de inversiones, gastos y amortizaciones con un flujo de fondos para la duración total del Plan. Este refleja el valor económico presente, siendo necesario para su ejecución actualizar los valores de los sucesivos años por del componente inflacionario y la depreciación de la moneda local.

TABLA 25: INVERSIONES DEL PLAN PARA LA RESTAURACION DE LA RESERVA FTAL. DE PRODUCCION - LOTE 93

Ítem de inversión	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
Sala de riego (m2)	\$ 150.000																			
Sala de semilla (m2)					\$ 96.000															
Sala de estiba (m2)		\$ 43.750	\$ 43.750																	
Nave invernadero										\$ 22.000					\$ 22.000					
Instalación de Invernadero										\$ 18.000					\$ 18.000					
Tanque de agua 2000lts	\$ 3.500												\$ 3.500							
Tanque de agua 5000lts	\$ 7.500												\$ 7.500							
Cabezal + Ramales + Aspersores	\$ 38.000									\$ 38.000					\$ 38.000					
Mesón de cultivo	\$ 25.200										\$ 25.200									
Equipo de calefacción					\$ 14.000						\$ 14.000				\$ 14.000					
Instalación Equip. Calef.					\$ 4.500						\$ 4.500				\$ 4.500					
Obra de Gas + Electricidad					\$ 18.750					\$ 6.250										
Equipo de Ventilación Forzada			\$ 8.400						\$ 8.400		\$ 8.400				\$ 8.400		\$ 8.400			
Inst. Equip. Vent. Forzada			\$ 4.500						\$ 4.500		\$ 4.500				\$ 4.500		\$ 4.500			
Invern. Policarbonato (Frente y Zocalo)					\$ 9.100		\$ 9.100			\$ 18.200										
Tubete								\$ 12.421			\$ 12.421							\$ 12.421		
Bandeja portatubete								\$ 7.828			\$ 7.828							\$ 7.828		
Estación met. Vivero	\$ 800					\$ 800				\$ 800	\$ 800				\$ 800	\$ 800			\$ 800	\$ 800
Carro de vivero	\$ 1.200							\$ 1.200		\$ 1.200					\$ 1.200		\$ 1.200			
Binoculares	\$ 900					\$ 900					\$ 900					\$ 900				
Cinta Diamétrica	\$ 450					\$ 450					\$ 450					\$ 450				
GPS	\$ 3.500					\$ 3.500					\$ 3.500					\$ 3.500				
Conductímetro (CE yTSD)	\$ 1.200			\$ 1.200			\$ 1.200			\$ 1.200			\$ 1.200			\$ 1.200			\$ 1.200	
Medidor de Ph	\$ 2.800			\$ 2.800			\$ 2.800			\$ 2.800			\$ 2.800			\$ 2.800			\$ 2.800	
Fórceps para trasplante	\$ 900			\$ 900			\$ 900			\$ 900			\$ 900			\$ 900			\$ 900	
Balanza					\$ 1.500					\$ 1.500					\$ 1.500					\$ 1.500
Heladera					\$ 3.500										\$ 3.500					
Lupa					\$ 560			\$ 560			\$ 560			\$ 560			\$ 560			\$ 560
Calibre Pie de Rey					\$ 1.200					\$ 1.200					\$ 1.200					\$ 1.200
Calibre Vertical	\$ 2.400					\$ 2.400					\$ 2.400					\$ 2.400				
Clinómetro - brújula	\$ 1.015					\$ 1.015					\$ 1.015					\$ 1.015				
Carro	\$ 22.000										\$ 22.000									
Cisterna	\$ 8.000										\$ 8.000									
Cuatriciclo +n Kit oruga			\$ 65.000											\$ 65.000						
Vehiculo 4*2 (Carga Liviana)	\$ 90.000																			
Pottiputki	\$ 4.400						\$ 4.400						\$ 4.400						\$ 4.400	
Bolsa con Arnés de Plantación	\$ 2.700					\$ 2.700					\$ 2.700					\$ 2.700				
Estación met. Restauración.	\$ 1.800						\$ 1.800				\$ 1.800	\$ 1.800					\$ 1.800			
Azada	\$ 720			\$ 720			\$ 720			\$ 720			\$ 720			\$ 720			\$ 720	
Machete	\$ 600			\$ 600			\$ 600			\$ 600			\$ 600			\$ 600			\$ 600	
Motosierra Stihl MS260	\$ 2.800				\$ 2.800				\$ 2.800					\$ 2.800				\$ 2.800		
Pala	\$ 900			\$ 900			\$ 900			\$ 900			\$ 900			\$ 900			\$ 900	
Barreta	\$ 900					\$ 900					\$ 900					\$ 900				
Rastrillo	\$ 540			\$ 540			\$ 540			\$ 540			\$ 540			\$ 540			\$ 540	
Motobomba	\$ 12.000										\$ 12.000									
Monto de Inversión Anual Total	\$ 386.725	\$ 43.750	\$ 121.650	\$ 7.660	\$ 151.910	\$ 12.665	\$ 22.960	\$ 22.009	\$ 15.700	\$ 114.810	\$ 133.874	\$ 1.800	\$ 23.060	\$ 68.360	\$ 117.600	\$ 20.325	\$ 16.460	\$ 23.049	\$ 12.860	\$ 4.060

TABLA 26: GASTOS EN RECURSOS HUMANOS Y SERVICIOS DE PLANTACION

DEL PLAN PARA LA RESTAURACION DE LA RESERVA FTAL. DE PRODUCCION - LOTE 93

Remuneraciones Plan Lote 93			V.A.S.M	año1	año2	año3	año4	año5	año6	año7	año8	año9	año10	año11	año12	año13	año14	año15	año16	año17	año18
Encargado Técnico de Plan (E.T.P)	1	12.00	\$ 7.200.00	\$ 86.400	\$ 86.400	\$ 86.400	\$ 86.400	\$ 86.400	\$ 86.400	\$ 86.400	\$ 86.400	\$ 86.400	\$ 86.400	\$ 86.400	\$ 86.400	\$ 86.400	\$ 86.400	\$ 86.400	\$ 86.400	\$ 86.400	\$ 86.400
Asistente permanente vivero (A.P.V)	1	12.00	\$ 4.500.00	\$ 54.000	\$ 54.000	\$ 54.000	\$ 54.000	\$ 54.000	\$ 54.000	\$ 54.000	\$ 54.000	\$ 54.000	\$ 54.000	\$ 54.000	\$ 54.000	\$ 54.000	\$ 54.000	\$ 54.000	\$ 54.000	\$ 54.000	\$ 54.000
Operarios temporales de vivero (O.T.V)	2	6.00	\$ 3.250.00	\$ 39.000	\$ 39.000	\$ 39.000	\$ 39.000	\$ 39.000	\$ 39.000	\$ 39.000	\$ 39.000	\$ 39.000	\$ 39.000	\$ 39.000	\$ 39.000	\$ 39.000	\$ 39.000	\$ 39.000	\$ 39.000	\$ 39.000	\$ 39.000
	0.00%	Total Anual		\$ 179.400	\$ 179.400	\$ 179.400	\$ 179.400	\$ 179.400	\$ 179.400	\$ 179.400	\$ 179.400	\$ 179.400	\$ 179.400	\$ 179.400	\$ 179.400	\$ 179.400	\$ 179.400	\$ 179.400	\$ 179.400	\$ 179.400	\$ 179.400
	0.00%	E.T.P	V.A.S.M	\$ 7.200	\$ 7.200	\$ 7.200	\$ 7.200	\$ 7.200	\$ 7.200	\$ 7.200	\$ 7.200	\$ 7.200	\$ 7.200	\$ 7.200	\$ 7.200	\$ 7.200	\$ 7.200	\$ 7.200	\$ 7.200	\$ 7.200	\$ 7.200
	0.00%	A.P.V	V.A.S.M	\$ 4.500	\$ 4.500	\$ 4.500	\$ 4.500	\$ 4.500	\$ 4.500	\$ 4.500	\$ 4.500	\$ 4.500	\$ 4.500	\$ 4.500	\$ 4.500	\$ 4.500	\$ 4.500	\$ 4.500	\$ 4.500	\$ 4.500	\$ 4.500
		O.T.V	V.A.S.M	\$ 3.250	\$ 3.250	\$ 3.250	\$ 3.250	\$ 3.250	\$ 3.250	\$ 3.250	\$ 3.250	\$ 3.250	\$ 3.250	\$ 3.250	\$ 3.250	\$ 3.250	\$ 3.250	\$ 3.250	\$ 3.250	\$ 3.250	\$ 3.250

Valoración del servicio técnico de ejecución de plantación para la Restauración del Lote 93.	Rango Superf.	Max.	\$/ha	
	5 a 10	10	2800	
	11 a 20	20	2400	
	21 a 30	30	2000	
	Etap	1	2	3
Unidad de Intev. Anual	HA/PI/AÑO	9	12	30
Costo de Plantación	C.A.U.S(\$/Ha).	2800	2400	2000
Costo Anual Total/Etapa	C.A.T (\$/UIA)	\$ 25200	\$ 28800	\$ 60000

TABLA 27: GASTOS EN INSUMOS DE PRODUCCION  
DEL PLAN PARA LA RESTAURACION DE LA RESERVA FTAL. DE PRODUCCION - LOTE 93

Insumos de Sustrato y Fertilizantes para la Producción de Plantas en Vivero Ftal. de Lenga				
Periodo		1 Etapa	2 Etapa	3 Etapa
Turba m3	\$ 350.0.	\$ 1.056	\$ 1.571	\$ 3.571
Perlita m3	\$ 720.0.	\$ 1.075	\$ 1.423	\$ 3.235
Vermiculita m3	\$ 1500.0.	\$ 57	\$ 314	\$ 713
Subtotal Sustrato (\$/año/etapa)		\$ 2.188	\$ 3.308	\$ 7.519
New Plant 18-7-17 Kg	\$ 17.00	\$ 765	\$ 765	\$ 918
New Plant 11-46-16 Kg	\$ 30.00	\$ 450	\$ 450	\$ 540
New Plant 14-0-14 Kg	\$ 19.00	\$ 285	\$ 285	\$ 342
New Plant 4-27-38 Kg	\$ 28.00	\$ 420	\$ 420	\$ 504
Subtotal Fertilizante (\$/año/etapa)		\$ 1.920	\$ 1.920	\$ 2.304
Total Insumo Producción (\$/año)		\$ 4.108	\$ 5.228	\$ 9.823

TABLA 28: GASTOS DE MOVILIDAD  
DEL PLAN PARA LA RESTAURACION DE LA RESERVA FTAL. DE PRODUCCION - LOTE 93

Item de Coto Movilidad	Costo Unitario	Costo Anual
Uso Anual (km/mes - km/año)	\$ 2330	27960
Total (\$/comb/mes/año)	\$ 780.40	\$ 9.365
Seguro (\$/mes/año)	\$ 600.00	\$ 7.200
Patente (\$/mes/año)	\$ 250.00	\$ 3.000
Servicio Mantenimiento (4 Ser)	\$ 1.200	\$ 4.800
Lavado (1 c/mes)	\$ 150	\$ 1.800
Reparaciones Menores	\$ 110	\$ 1.320
Repuestos (3% VN)	\$ 225	\$ 2.700
Neumáticos Verano	\$ 1.200	\$ 3.360
Neumáticos Invierno	\$ 1.700	\$ 3.400
Total Costo Anual de Movilidad		\$ 36.945
Costo por Kilómetro Vehículo 4x2		\$ 1.32

TABLA 29: AMORTIZ.S DE LAS INVERSIONES DEL PLAN PARA LA RESTAURACION DE LA RESERV FTAL. DE PRODUCCION - LOTE 93

Amortización Anual de Inversiones	VN	VR	VU	DFP	VRACI	CAD	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
Sala de riego (m2)	\$ 150.000	\$ 37.500	50	30	\$ 105.000	\$ 2.250	\$ 2.250	\$ 2.250	\$ 2.250	\$ 2.250	\$ 2.250	\$ 2.250	\$ 2.250	\$ 2.250	\$ 2.250	\$ 2.250	\$ 2.250	\$ 2.250	\$ 2.250	\$ 2.250	\$ 2.250	\$ 2.250	\$ 2.250	\$ 2.250	\$ 2.250	\$ 2.250
Sala de semilla (m2)	\$ 96.000	\$ 24.000	50	30	\$ 67.200	\$ 1.440					\$ 1.440	\$ 1.440	\$ 1.440	\$ 1.440	\$ 1.440	\$ 1.440	\$ 1.440	\$ 1.440	\$ 1.440	\$ 1.440	\$ 1.440	\$ 1.440	\$ 1.440	\$ 1.440	\$ 1.440	\$ 1.440
Sala de estiba (m2)	\$ 87.500	\$ 21.875	50	30	\$ 61.250	\$ 1.313		\$ 1.313	\$ 1.313	\$ 1.313	\$ 1.313	\$ 1.313	\$ 1.313	\$ 1.313	\$ 1.313	\$ 1.313	\$ 1.313	\$ 1.313	\$ 1.313	\$ 1.313	\$ 1.313	\$ 1.313	\$ 1.313	\$ 1.313	\$ 1.313	\$ 1.313
Nave invernadero	\$ 22.000	\$ 3.300	20	15	\$ 17.325	\$ 935	\$ 935	\$ 935	\$ 935	\$ 935	\$ 935	\$ 935	\$ 935	\$ 935	\$ 935	\$ 935	\$ 935	\$ 935	\$ 935	\$ 935	\$ 935	\$ 935	\$ 935	\$ 935	\$ 935	\$ 935
Tanque de agua 2000lts	\$ 3.500	\$ 350	10	15	\$ 5.075	\$ 315	\$ 315	\$ 315	\$ 315	\$ 315	\$ 315	\$ 315	\$ 315	\$ 315	\$ 315	\$ 315	\$ 315	\$ 315	\$ 315	\$ 315	\$ 315	\$ 315	\$ 315	\$ 315	\$ 315	\$ 315
Tanque de agua 5000lts	\$ 7.500	\$ 750	10	15	\$ 10.875	\$ 675	\$ 675	\$ 675	\$ 675	\$ 675	\$ 675	\$ 675	\$ 675	\$ 675	\$ 675	\$ 675	\$ 675	\$ 675	\$ 675	\$ 675	\$ 675	\$ 675	\$ 675	\$ 675	\$ 675	\$ 675
Cabecal + Ramales + Aspersores	\$ 38.000	\$ 1.900	20	10	\$ 19.950	\$ 1.805	\$ 1.805	\$ 1.805	\$ 1.805	\$ 1.805	\$ 1.805	\$ 1.805	\$ 1.805	\$ 1.805	\$ 1.805	\$ 1.805	\$ 1.805	\$ 1.805	\$ 1.805	\$ 1.805	\$ 1.805	\$ 1.805	\$ 1.805	\$ 1.805	\$ 1.805	\$ 1.805
Mesón de cultivo	\$ 4.200	\$ 840	30	15	\$ 2.520	\$ 112	\$ 672	\$ 672	\$ 672	\$ 672	\$ 672	\$ 672	\$ 672	\$ 672	\$ 672	\$ 672	\$ 1.344	\$ 1.344	\$ 1.344	\$ 1.344	\$ 1.344	\$ 1.344	\$ 1.344	\$ 1.344	\$ 1.344	\$ 1.344
Equipo de calefacción	\$ 14.000	\$ 2.100	10	6	\$ 9.240	\$ 1.190					\$ 1.190	\$ 1.190	\$ 1.190	\$ 1.190	\$ 1.190	\$ 1.190	\$ 2.380	\$ 2.380	\$ 2.380	\$ 2.380	\$ 2.380	\$ 2.380	\$ 2.380	\$ 2.380	\$ 2.380	\$ 2.380
Equipo de Ventilación Forzada	\$ 4.200	\$ 630	6	4	\$ 3.010	\$ 595					\$ 595	\$ 595	\$ 595	\$ 595	\$ 595	\$ 595	\$ 1.190	\$ 1.190	\$ 1.190	\$ 1.190	\$ 1.190	\$ 1.190	\$ 1.190	\$ 1.190	\$ 1.190	\$ 1.190
Invern. Policarbonato (Frente y Zócalo)	\$ 1.400	\$ 70	20	20	\$ 1.400	\$ 67					\$ 67	\$ 67	\$ 67	\$ 67	\$ 67	\$ 67	\$ 133	\$ 133	\$ 133	\$ 133	\$ 133	\$ 133	\$ 133	\$ 133	\$ 133	\$ 133
Tubete	\$ 12.421	\$ 1.242	10	6	\$ 7.949	\$ 1.118								\$ 1.118	\$ 1.118	\$ 1.118	\$ 2.236	\$ 2.236	\$ 2.236	\$ 2.236	\$ 2.236	\$ 2.236	\$ 2.236	\$ 2.236	\$ 2.236	\$ 2.236
Bandeja portatubete	\$ 7.828	\$ 783	10	6	\$ 5.010	\$ 705								\$ 705	\$ 705	\$ 705	\$ 1.409	\$ 1.409	\$ 1.409	\$ 1.409	\$ 1.409	\$ 1.409	\$ 1.409	\$ 1.409	\$ 1.409	\$ 1.409
Estación met. Vivero	\$ 800	\$ 200	5	5	\$ 800	\$ 120	\$ 120	\$ 120	\$ 120	\$ 120	\$ 120	\$ 120	\$ 120	\$ 120	\$ 120	\$ 240	\$ 240	\$ 240	\$ 240	\$ 240	\$ 240	\$ 240	\$ 240	\$ 240	\$ 240	\$ 240
Carro de vivero	\$ 1.200	\$ 300	7	7	\$ 1.200	\$ 129	\$ 129	\$ 129	\$ 129	\$ 129	\$ 129	\$ 129	\$ 129	\$ 129	\$ 129	\$ 257	\$ 257	\$ 257	\$ 257	\$ 257	\$ 257	\$ 257	\$ 257	\$ 257	\$ 257	\$ 257
Binoculares	\$ 900	\$ 225	5	5	\$ 900	\$ 135	\$ 135	\$ 135	\$ 135	\$ 135	\$ 135	\$ 135	\$ 135	\$ 135	\$ 135	\$ 135	\$ 135	\$ 135	\$ 135	\$ 135	\$ 135	\$ 135	\$ 135	\$ 135	\$ 135	\$ 135
Cinta Diamétrica	\$ 450	\$ 45	5	5	\$ 450	\$ 81	\$ 81	\$ 81	\$ 81	\$ 81	\$ 81	\$ 81	\$ 81	\$ 81	\$ 81	\$ 81	\$ 81	\$ 81	\$ 81	\$ 81	\$ 81	\$ 81	\$ 81	\$ 81	\$ 81	\$ 81
Gps	\$ 3.500	\$ 875	5	5	\$ 3.500	\$ 525	\$ 525	\$ 525	\$ 525	\$ 525	\$ 525	\$ 525	\$ 525	\$ 525	\$ 525	\$ 525	\$ 525	\$ 525	\$ 525	\$ 525	\$ 525	\$ 525	\$ 525	\$ 525	\$ 525	\$ 525
Conductímetro (CE y TSD)	\$ 1.200	\$ 120	3	3	\$ 1.200	\$ 360	\$ 360	\$ 360	\$ 360	\$ 360	\$ 360	\$ 360	\$ 360	\$ 360	\$ 360	\$ 360	\$ 360	\$ 360	\$ 360	\$ 360	\$ 360	\$ 360	\$ 360	\$ 360	\$ 360	\$ 360
Medidor de PH	\$ 2.800	\$ 280	3	3	\$ 2.800	\$ 840	\$ 840	\$ 840	\$ 840	\$ 840	\$ 840	\$ 840	\$ 840	\$ 840	\$ 840	\$ 840	\$ 840	\$ 840	\$ 840	\$ 840	\$ 840	\$ 840	\$ 840	\$ 840	\$ 840	\$ 840
Fórceps para trasplante	\$ 150	\$ 8	3	3	\$ 150	\$ 48	\$ 48	\$ 48	\$ 48	\$ 48	\$ 48	\$ 48	\$ 48	\$ 48	\$ 48	\$ 48	\$ 48	\$ 48	\$ 48	\$ 48	\$ 48	\$ 48	\$ 48	\$ 48	\$ 48	\$ 48
Balanza	\$ 1.500	\$ 225	5	5	\$ 1.500	\$ 255					\$ 255	\$ 255	\$ 255	\$ 255	\$ 255	\$ 255	\$ 255	\$ 255	\$ 255	\$ 255	\$ 255	\$ 255	\$ 255	\$ 255	\$ 255	\$ 255
Heladera	\$ 3.500	\$ 525	10	10	\$ 3.500	\$ 298					\$ 298	\$ 298	\$ 298	\$ 298	\$ 298	\$ 298	\$ 298	\$ 298	\$ 298	\$ 298	\$ 298	\$ 298	\$ 298	\$ 298	\$ 298	\$ 298
Lupa	\$ 280	\$ 14	3	3	\$ 280	\$ 89					\$ 89	\$ 89	\$ 89	\$ 89	\$ 89	\$ 89	\$ 89	\$ 89	\$ 89	\$ 89	\$ 89	\$ 89	\$ 89	\$ 89	\$ 89	\$ 89
Calibre Pie de Rey	\$ 1.200	\$ 120	5	5	\$ 1.200	\$ 216					\$ 216	\$ 216	\$ 216	\$ 216	\$ 216	\$ 216	\$ 216	\$ 216	\$ 216	\$ 216	\$ 216	\$ 216	\$ 216	\$ 216	\$ 216	\$ 216
Calibre Vertical	\$ 2.400	\$ 240	5	5	\$ 2.400	\$ 432	\$ 432	\$ 432	\$ 432	\$ 432	\$ 432	\$ 432	\$ 432	\$ 432	\$ 432	\$ 432	\$ 432	\$ 432	\$ 432	\$ 432	\$ 432	\$ 432	\$ 432	\$ 432	\$ 432	\$ 432
Clinómetro-brújula	\$ 1.015	\$ 254	5	5	\$ 1.015	\$ 152	\$ 152	\$ 152	\$ 152	\$ 152	\$ 152	\$ 152	\$ 152	\$ 152	\$ 152	\$ 152	\$ 152	\$ 152	\$ 152	\$ 152	\$ 152	\$ 152	\$ 152	\$ 152	\$ 152	\$ 152
Carro	\$ 22.000	\$ 5.500	10	10	\$ 22.000	\$ 1.650	\$ 1.650	\$ 1.650	\$ 1.650	\$ 1.650	\$ 1.650	\$ 1.650	\$ 1.650	\$ 1.650	\$ 1.650	\$ 1.650	\$ 1.650	\$ 1.650	\$ 1.650	\$ 1.650	\$ 1.650	\$ 1.650	\$ 1.650	\$ 1.650	\$ 1.650	\$ 1.650
Cisterna	\$ 8.000	\$ 2.000	10	10	\$ 8.000	\$ 600	\$ 600	\$ 600	\$ 600	\$ 600	\$ 600	\$ 600	\$ 600	\$ 600	\$ 600	\$ 600	\$ 600	\$ 600	\$ 600	\$ 600	\$ 600	\$ 600	\$ 600	\$ 600	\$ 600	\$ 600
Cuatriciclo +n Kit oruga	\$ 65.000	\$ 16.250	11	11	\$ 65.000	\$ 4.432			\$ 4.432	\$ 4.432	\$ 4.432	\$ 4.432	\$ 4.432	\$ 4.432	\$ 4.432	\$ 4.432	\$ 4.432	\$ 4.432	\$ 4.432	\$ 4.432	\$ 4.432	\$ 4.432	\$ 4.432	\$ 4.432	\$ 4.432	\$ 4.432
Vehículo 4*2 (Carga Liviana)	\$ 90.000	\$ 22.500	10	10	\$ 90.000	\$ 6.750	\$ 6.750	\$ 6.750	\$ 6.750	\$ 6.750	\$ 6.750	\$ 6.750	\$ 6.750	\$ 6.750	\$ 6.750	\$ 6.750	\$ 6.750	\$ 6.750	\$ 6.750	\$ 6.750	\$ 6.750	\$ 6.750	\$ 6.750	\$ 6.750	\$ 6.750	\$ 6.750
Pottiputki	\$ 1.100	\$ 275	6	6	\$ 1.100	\$ 138	\$ 550	\$ 550	\$ 550	\$ 550	\$ 550	\$ 550	\$ 550	\$ 550	\$ 550	\$ 550	\$ 550	\$ 550	\$ 550	\$ 550	\$ 550	\$ 550	\$ 550	\$ 550	\$ 550	\$ 550
Bolsa con Arnés de Plantación	\$ 450	\$ 23	5	5	\$ 450	\$ 86	\$ 342	\$ 342	\$ 342	\$ 342	\$ 342	\$ 342	\$ 342	\$ 342	\$ 342	\$ 342	\$ 342	\$ 342	\$ 342	\$ 342	\$ 342	\$ 342	\$ 342	\$ 342	\$ 342	\$ 342
Estación met. Restauración.	\$ 1.800	\$ 450	10	6	\$ 1.260	\$ 135	\$ 135	\$ 135	\$ 135	\$ 135	\$ 135	\$ 270	\$ 270	\$ 270	\$ 270	\$ 405	\$ 405	\$ 405	\$ 405	\$ 405	\$ 405	\$ 405	\$ 405	\$ 405	\$ 405	\$ 405
Azada	\$ 180	\$ 9	3	1	\$ 66	\$ 57	\$ 228	\$ 228	\$ 228	\$ 228	\$ 228	\$ 228	\$ 228	\$ 228	\$ 228	\$ 228	\$ 228	\$ 228	\$ 228	\$ 228	\$ 228	\$ 228	\$ 228	\$ 228	\$ 228	\$ 228
Machete	\$ 150	\$ 8	3	1	\$ 55	\$ 48	\$ 190	\$ 190	\$ 190	\$ 190	\$ 190	\$ 190	\$ 190	\$ 190	\$ 190	\$ 190	\$ 190	\$ 190	\$ 190	\$ 190	\$ 190	\$ 190	\$ 190	\$ 190	\$ 190	\$ 190
Motosierra Stihl MS260	\$ 2.800	\$ 140	4	4	\$ 2.800	\$ 665	\$ 665	\$ 665	\$ 665	\$ 665	\$ 665	\$ 665	\$ 665	\$ 665	\$ 665	\$ 665	\$ 665	\$ 665	\$ 665	\$ 665	\$ 665	\$ 665	\$ 665	\$ 665	\$ 665	\$ 665
Pala	\$ 180	\$ 9	3	1	\$ 66	\$ 57	\$ 285	\$ 285	\$ 285	\$ 285	\$ 285	\$ 285	\$ 285	\$ 285	\$ 285	\$ 285	\$ 285	\$ 285	\$ 285	\$ 285	\$ 285	\$ 285	\$ 285	\$ 285	\$ 285	\$ 285
Barreta	\$ 450	\$ 23	5	5	\$ 450	\$ 86	\$ 171	\$ 171	\$ 171	\$ 171	\$ 171	\$ 171	\$ 171	\$ 171	\$ 171	\$ 171	\$ 171	\$ 171	\$ 171	\$ 171	\$ 171	\$ 171	\$ 171	\$ 171	\$ 171	\$ 171
Rastrillo	\$ 180	\$ 9	3	1	\$ 66	\$ 57	\$ 171	\$ 171	\$ 171	\$ 171	\$ 171	\$ 171	\$ 171	\$ 171	\$ 171	\$ 171	\$ 171	\$ 171	\$ 171	\$ 171	\$ 171	\$ 171	\$ 171	\$ 171	\$ 171	\$ 171
Motobomba	\$ 12.000	\$ 2.400	15	10	\$ 8.800	\$ 640	\$ 640	\$ 640	\$ 640	\$ 640	\$ 640	\$ 640	\$ 640	\$ 640	\$ 640	\$ 640	\$ 640	\$ 640	\$ 640	\$ 640	\$ 640	\$ 640	\$ 640	\$ 640	\$ 640	\$ 640
Monto de Amortización Anual Total de Inversiones							\$ 21.210	\$ 22.523	\$ 26.955	\$ 26.955	\$ 31.103	\$ 31.238	\$ 31.238	\$ 33.061	\$ 33.061	\$ 33.444	\$ 37.790	\$ 37.790	\$ 37.790	\$ 37.790	\$ 37.790	\$ 37.790	\$ 37.790	\$ 37.790	\$ 37.790	\$ 37.790

TABLA 30: FLUJO DE FONDOS

DEL PLAN PARA LA RESTAURACION DE LA RESERVA FTAL. DE PRODUCCION - LOTE 93

Flujo de Fondos Destinados a la Restauración de la Reserva. Ftal. Lote 93		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Inversión	Inversión Directa	\$ 386.725	\$ 43.750	\$ 121.650	\$ 7.660	\$ 151.910	\$ 12.665	\$ 22.960	\$ 22.009
Gastos	Recursos Humanos	\$ 179.400	\$ 179.400	\$ 179.400	\$ 179.400	\$ 179.400	\$ 179.400	\$ 179.400	\$ 179.400
	Insumos de Producción	\$ 4.108	\$ 4.108	\$ 4.108	\$ 4.108	\$ 4.108	\$ 5.228	\$ 5.228	\$ 5.228
	Servicios de Plantación	\$ 25.200	\$ 25.200	\$ 25.200	\$ 25.200	\$ 25.200	\$ 28.800	\$ 28.800	\$ 28.800
	Movilidad	\$ 36.945	\$ 36.945	\$ 36.945	\$ 36.945	\$ 36.945	\$ 36.945	\$ 36.945	\$ 36.945
	Gestión, Administración y Ejecución	\$ 59.866	\$ 16.996	\$ 22.796	\$ 20.516	\$ 22.796	\$ 19.751	\$ 27.471	\$ 19.751
Amortización	Mantenimiento de Inv. Directa	\$ 21.210	\$ 22.523	\$ 26.955	\$ 26.955	\$ 31.103	\$ 31.238	\$ 31.238	\$ 33.061
	Corrección por Depreciación	\$ 107.018	\$ 49.338	\$ 62.558	\$ 45.118	\$ 67.719	\$ 47.104	\$ 49.806	\$ 48.779
Pres. Mínimo Anual para la Recuperacón Del Bosque Nativo		\$ 820.473	\$ 378.260	\$ 479.612	\$ 345.901	\$ 519.182	\$ 361.131	\$ 381.849	\$ 373.973

Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
\$ 15.700	\$ 114.810	\$ 133.874	\$ 1.800	\$ 23.060	\$ 68.360	\$ 117.600	\$ 20.325	\$ 16.460	\$ 23.049	\$ 12.860	\$ 4.060
\$ 179.400	\$ 179.400	\$ 179.400	\$ 179.400	\$ 179.400	\$ 179.400	\$ 179.400	\$ 179.400	\$ 179.400	\$ 179.400	\$ 179.400	\$ 179.400
\$ 5.228	\$ 5.228	\$ 5.228	\$ 9.823	\$ 9.823	\$ 9.823	\$ 9.823	\$ 9.823	\$ 9.823	\$ 9.823	\$ 9.823	\$ 9.823
\$ 28.800	\$ 28.800	\$ 28.800	\$ 60.000	\$ 60.000	\$ 60.000	\$ 60.000	\$ 60.000	\$ 60.000	\$ 60.000	\$ 60.000	\$ 60.000
\$ 36.945	\$ 36.945	\$ 36.945	\$ 36.945	\$ 36.945	\$ 36.945	\$ 36.945	\$ 36.945	\$ 36.945	\$ 36.945	\$ 36.945	\$ 36.945
\$ 25.551	\$ 41.321	\$ 43.047	\$ 26.147	\$ 33.867	\$ 26.147	\$ 33.547	\$ 29.667	\$ 31.947	\$ 26.147	\$ 33.867	\$ 26.147
\$ 33.061	\$ 33.444	\$ 37.790	\$ 37.790	\$ 37.790	\$ 37.790	\$ 37.790	\$ 37.790	\$ 37.790	\$ 37.790	\$ 37.790	\$ 37.790
\$ 48.703	\$ 65.992	\$ 69.763	\$ 52.786	\$ 57.133	\$ 62.770	\$ 71.266	\$ 56.093	\$ 55.855	\$ 55.973	\$ 55.603	\$ 53.125
\$ 373.387	\$ 505.941	\$ 534.848	\$ 404.691	\$ 438.018	\$ 481.235	\$ 546.371	\$ 430.043	\$ 428.220	\$ 429.128	\$ 426.288	\$ 407.290



## **6. DESCRIPCIÓN DE LOS ASPECTOS SOCIALES RELEVANTES PREVIOS AL PROYECTO Y DEL IMPACTO SOCIAL**

En la Provincia de Tierra del Fuego AeIAS las principales concentraciones urbanas corresponden a las ciudades de Rio Grande (62.190 habitantes) y Ushuaia (53.096 habitantes), con una concentración menor en la Comuna de Tolhuin, la cual se encuentra incluida como localidad de Rio Grande en el Censo Nacional 2010. Las principales actividades económicas de Tierra del Fuego corresponden al turismo, forestal, ganadería, industrias, pesca de altura y explotación minera (turba, gas e hidrocarburos).

Para el presente Plan, tiene importancia la localidad de Tolhuin, ya que se encuentra prácticamente equidistante de las ciudades de Ushuaia y Rio Grande. Además, se encuentra a 30 km del lugar de desarrollo de actividades de restauración, encontrándose el Vivero Forestal en el predio de la Secretaría de Desarrollo Sustentable y Ambiente de la Provincia de Tierra de Fuego en la Delegación Tolhuin.

### **6.1 La actividad forestal en Tierra del Fuego AeIAS**

En la región Norte de la Patagonia, el pastoreo de ganado doméstico es reportado desde la primera mitad del siglo XVIII, utilizando pastizales de la estepa y quedando, de acuerdo a información local, la presencia de ganado salvaje en la cordillera. Hacia fines del siglo XIX comenzó el auge de la ganadería, con incendios provocados para conseguir mejores pasturas (Bava, 1998).

En la provincia de Tierra del Fuego se aprovechan los bosques de lenga para producir madera desde principios de la colonización europea hacia fines del siglo XIX. En todo este período el aprovechamiento del bosque se ha ido desplazando desde Ushuaia y costa del Canal Beagle hacia el Noreste, a Lago Escondido. Posteriormente la actividad se desplazó a la margen sur del Lago Fagnano, y en los últimos años se ha desplazado hacia el Este, llegando hoy a más de 50 kilómetros de la localidad de Tolhuin, ubicada en la cabecera oriental del lago mencionado, y a escasos 20 kilómetros del Océano Atlántico (Collado, 2006).

Los primeros bosques aprovechados forman parte del actual Parque Nacional Tierra del Fuego, el ejido de Ushuaia y la Reserva Tierra Mayor. También existen antiguos aprovechamientos forestales en la zona norte, de actual propiedad privada, vinculados a la construcción de las instalaciones de las estancias ganaderas (Collado, 2006).

En la provincia de Tierra del Fuego AeIAS, hasta principios del siglo XX, el anillado (capado) de grandes superficies de bosques, y su posterior incendio era una práctica corriente para incrementar los campos de pastoreo. Mediante esta práctica se han destruido aproximadamente 17.000 ha de bosque. Por lo tanto, se priorizaba la ganadería por sobre el uso forestal del bosque, permitiendo el ramoneo de áreas bajo regeneración o transformándolo en praderas artificiales con la implantación de especies exóticas palatables y aumentando la capacidad de carga. El uso pastoril del bosque se ha generalizado con el tiempo, debido a que el ambiente forestal posee excepcionales condiciones de protección, manteniendo de la humedad, constituyendo reparo de los vientos fríos y desecantes a la vegetación herbácea y el ganado.

A principios del siglo XX el floreo correspondió a una práctica netamente selectiva de ejemplares arbóreos aptos para el aserrado con una tecnología adaptada para diámetros y calidad significativa hasta mediados de los años 60.

Tradicionalmente se extraen del bosque de lenga de Tierra del Fuego los siguientes productos y subproductos: a) *Rollizos*: Tipo Trozas; secciones del fuste con dos cortes transversales, y cuyo destino final es el aserrado. Sus dimensiones dependen de las máquinas de aserrío, pudiendo variar entre 18 cm y más de 90 cm de diámetro, y desde 2 m a 6 m de largo. Tipo Fustes; son secciones del árbol de mayor longitud que las trozas y por lo general, corresponden a la sección maderable del árbol en pie, una vez transportados al lugar de procesamiento se subdividen en trozas. b) *Postes*: Tipo Telefonicos o Trineos; corresponden a fustes de largo variable y de 30 a 40 cm de diámetros. Tipo Alambrados; productos de diámetros variables entre 15 a 25 cm y largos de 2 m a 2,5 m destinados al establecimiento de cercos perimetrales. c) *Leña*: madera sin elaboración proveniente de fustes y ramas, en forma de tacos cuyo destino es la generación de energía.

## 6.2 Aspectos sociales en Tolhuin

La Comuna de Tolhuin, como otras comunidades patagónicas, es de reciente organización. La misma se constituyó legalmente el 09 de Octubre de 1972, de acuerdo a la Dirección General de Estadísticas y Censos de la Provincia de Tierra del Fuego AeIAS (2011), la población es de 2.362 habitantes.

La comuna de Tolhuin tiene sus orígenes en la actividad forestal. Tal como se mencionara anteriormente, la actividad forestal se inició a fines del Siglo XIX a partir de los bosques del actual ejido de Ushuaia, desplazándose hacia el Noreste de la provincia; margen sur del Lago Fagnano, llegando a la localidad de Tolhuin, para llegar hoy en día hacia el Este de Tolhuin a más de 50 kilómetros a través de Ruta Provincial N° 23.

No se cuenta con suficiente información sociológica de Tolhuin, existiendo datos parciales producto de observaciones generales. Cabe destacar que el Censo 2010 incluye a la comuna de Tolhuin al Departamento Rio Grande.

Los habitantes, en su gran mayoría provienen de distintas regiones argentinas, en especial de la región del litoral, y de países vecinos; Chile, Paraguay y Bolivia.

Se presenta una dinámica de migración permanente y temporal, tanto para la actividad de aprovechamiento e industria forestal, mayormente condicionada a la época estival.

Los aspectos relevantes previo al proyecto se encuentran enmarcados en los últimos incendios forestales, tanto de diciembre de 2008 como de enero-febrero 2012. La población ha accedido a información del bosque y de los incendios producto de los medios masivos de comunicación. Sin embargo, se presentan aspectos que hacen a la carencia de información en cuanto a medidas de prevención de incendios forestales, así como de aspectos que hacen a la ecología, bienes y servicios de los bosques nativos. La actual Dirección General de Bosques tiene un rol fiscalizador en el marco de la normativa vigente, por lo tanto una percepción de contralor por parte de la comunidad local.

Sin embargo a partir de experiencias que se iniciaron en el año 2011 en el marco de la Ley N° 26631, la Dirección General de Bosques ha iniciado un camino de apertura al rol tradicional fiscalizador, además del cumplimiento de la Ley 145 y Dec. Reglamentario N° 852 que regula la actividad de aprovechamiento forestal. Ha iniciado la silvicultura de masas juveniles a fin de contribuir a la aceleración de los tiempos de producción de masas forestales ubicadas en los bosques de categoría de Producción, así también la instalación de un vivero forestal en la Comuna de Tolhuin y actividades de restauración de bosques afectados por incendios forestales. Por lo tanto se presenta una actividad reciente que permite un mayor acercamiento de la comunidad de Tolhuin con resultados parciales de las actividades que contribuyen en el mediano y largo plazo con los bosques de lenga y que hacen al entorno inmediato.

El impacto social en términos de extensión y comunicación del plan de restauración requiere un período de acción y de resultados sujetos a la dinámica natural del bosque que permita mostrar resultados concretos y fácilmente perceptibles a la comunidad, tal como plantas vivas y en crecimiento en lugares afectados por los incendios.

Al mismo tiempo, generar espacios de comunicación a fin de que los actuales usuarios del bosque, tanto Pequeños Productores Forestales como Obreros Forestales puedan percibir dicha acción como beneficio de la actividad forestal y de las generaciones venideras.

En cuanto al impacto social en términos de economía local en el corto y mediano plazo se relacionan con la generación de empleo en función al presente plan, de personal con asiento permanente en Tolhuin para la asistencia del Vivero Forestal, al mismo tiempo contribuir al fortalecimiento de cooperativas de trabajo locales a fin de generar empleo estacional para las tareas de plantación. En su defecto se establecerán las formas pertinentes para el desarrollo de las actividades programas anualmente que permitan el cumplimiento de los objetivos parciales.

Cabe destacar que la Provincia de Tierra del Fuego no cuenta, en relación a otras provincias con desarrollo forestal, con prestadores de servicios en tareas de plantación, poda, y actividades que impliquen la silvicultura de establecimiento de masas boscosas.

En el marco del Proyecto "Manejo Forestal de Bosques Juveniles de las Reservas Forestales de Producción de Tierra del Fuego, Argentina", la primer etapa del proyecto contempló las labores de corta con una cooperativa de trabajo, generando empleo para una cuadrilla de motosierristas y ayudantes. El personal interviniente tuvo capacitación en manejo y mantenimiento de motosierras. Dicha experiencia fue positiva para el proyecto mencionado. La cual es posible de adecuar para el plan de restauración.

## **7. IMPACTO AMBIENTAL**

Se pone bajo Declaración Jurada que el Plan de Restauración no genera impactos al ambiente.

Las actividades de restauración implican acciones que se dirigen a generar condiciones favorables para la recuperación de la masa forestal afectadas por incendios forestales. Por lo tanto no se presentan riesgos ambientales significativos que ameriten un Estudio

de Impacto Ambiental. La técnica corresponde a medidas correctivas de una alteración al ecosistema forestal.

### 7.1 Medidas Preventivas y correctivas

A fin de considerar medidas preventivas y correctivas de los tratamientos que podrían alterar el ecosistema se toma como línea de base aquellos aspectos considerados en los impactos ambientales que genera un Plan de Manejo de Aprovechamiento forestal. Los mismos incluyen;

#### *7.1.1 Medio Ambiente Físico*

7.1.1.1 Aguas Superficiales: En el área de restauración no se presentan cursos de agua permanentes, si existen sectores de cursos de agua temporal durante la época de deshielo y precipitaciones intensas, los cuales fueron afectados durante el incendio forestal no existiendo cobertura forestal viva.

Las tareas que implica la plantación no requiere el uso de agua temporal de la zona. Es posible la ocurrencia de sólidos en suspensión en dichos cursos de agua, los cuales es producto de la falta de cobertura generada por el incendio forestal.

Por lo tanto, la restauración en núcleos como medidas correctivas se prevé en sectores que no se encuentren afectados por anegamientos temporales y que en el mediano plazo generará condiciones que mitiguen la erosión superficial. Se realizarán acondicionamientos de picadas pre-existentes y aquellas que se encuentren próximas a sectores de escurrimiento temporal de aguas serán bloqueadas físicamente a fin de evitar su transitabilidad.

7.1.1.2 Variaciones micro-climáticas: Si bien no se dispone de datos climáticos en el sector de restauración, es un hecho que el incendio forestal ha provocado un cambio en las variaciones micro-climáticas en relación al estado inicial del ecosistema forestal.

Las actividades de restauración contribuyen a recuperar la masa forestal presente antes del disturbio y a través del registro de variables climáticas en el sector con una estación meteorológica será posible cuantificar el estado actual de la zona.

7.1.1.3 Suelos: no se dispone de datos que cuantifiquen las alteraciones edáficas durante las actividades de aprovechamiento forestal, tampoco de información edáfica luego del incendio forestal. Las apreciaciones resultan de la observación directa describiendo un estado actual a nivel de grado de pérdida de suelo orgánico y coloración de las capas superficiales.

La plantación se realiza en sectores de suelos con alteraciones mínimas causadas por el disturbio, es decir sectores donde al momento de introducir las palas pueda apreciarse un horizonte que presente aireación y se eviten sectores de alta pedregosidad y contenido de arcillas. El acondicionamiento de picadas pre-existentes se realizará considerando el uso de un medio de transporte versátil y de bajo peso relativo, y solamente en períodos de plantación y monitoreo, no siendo de uso diario en el sector a restaurar.

### *7.1.2 Medio Ambiente Biológico Terrestre*

7.1.2.1 Del Bosque: En el sector de plantación se ha efectuado tareas de cosecha, por lo tanto se han producido cambios directos sobre la estructura horizontal y vertical del bosque. El incendio ha provocado distintos grados de afectación a los ecosistemas en términos de estructura boscosas y condiciones físico-biológicas del ecosistema.

Las actividades de restauración como tal, tiene por objetivo la generación de cobertura forestal a fin de acelerar los procesos de recuperación del ecosistema forestal.

7.1.2.2 Consideraciones del bosque a nivel de paisaje: los planes de manejo de aprovechamiento forestal contemplan una distribución del uso del bosque, en relación a la distribución espacial de los bosques de protección y de producción a fin de originar una matriz de paisaje en relación al paisaje forestal de la región. El disturbio ha generado una modificación del paisaje forestal.

La restauración contempla una matriz de núcleos de plantación considerando variables físicas y climáticas que permitan identificar sectores de alta marginalidad en términos de disponibilidad de aporte de semillas de los sectores de bosques vivos. De esta manera se genera una estrategia a nivel de paisaje que permita la restauración de sectores marginales esperando como resultados una matriz a nivel de unidades de restauración.

7.1.2.3 Comunidades de aves, insectos y mamíferos: no se dispone de datos al respecto, los antecedentes son parciales y resultan de descripciones a nivel general de estas comunidades.

El plan de restauración prevé a partir del 5° año el inicio de muestreo de estas comunidades a fin de extrapolar datos resultantes de los sectores restaurados y aquellos que aún no han sido restaurados.

### *7.2 Prescripción de técnicas y medidas de protección ambiental*

Las técnicas y medidas de protección ambiental se encuentran ordenadas en función a las tareas a realizar;

#### *7.2.1 De las tareas de marcación de las unidades de restauración*

- Se implementará un mapa con alto nivel de detalle donde se encuentren identificados las unidades de restauración anual, núcleos de plantación, rodales de plantación, puntos de estacionamiento, puntos de disposición de plantas temporal, picadas para tránsito de cuatriciclo, puntos de disposición de residuos.
- Se implementará un código de marcas para identificar los sectores donde se realizarán núcleos de plantación. De esta manera, se asegura que al momento de realizar las tareas de plantación, los operarios identifiquen fácilmente la ubicación de los lugares de plantación y eviten la realización de dicha actividad en sectores no contemplados técnicamente.

- Se establecerán señalizaciones claramente observables en un amplio rango de visión y con una separación de marcas de hasta 10 metros a fin de evitar que los operarios se desplacen en vehículo en picadas no habilitadas.
- Se identificarán lugares donde se observen signos de erosión superficial producto de actividades de aprovechamiento forestal realizadas anteriormente y agravadas por el incendio forestal.

#### 7.2.2 Del acondicionamiento de caminos, canchones y picadas

- Se diagnosticará el estado de la red de caminos, picadas y canchones en aquellos sectores con aprovechamiento forestal previo al incendio forestal a fin de extrapolar dicha información con la matriz de plantación.
- Se implementará un sistema de marcas fácilmente perceptibles y verificación ocular a fin de que los operarios de las tareas de plantación puedan desplazarse por los sectores habilitados.

#### 7.2.3 De las tareas de plantación

- Se instruirá a los operarios sobre las medidas de protección ambiental mencionada precedentemente incluyendo la disposición de residuos generados cotidianamente (colillas de cigarrillos, envolturas de caramelos, pañuelos descartables, etc.).
- Se verificará el trabajo de los operarios a fin de cumplimiento de los núcleos de plantación, caminos, picadas y canchones habilitados para la transitabilidad de cuadriciclos, estacionamiento de vehículos, puntos de disposición de residuos y de plantas.

#### 7.2.4 De las superficies restauradas

- Previo a la evaluación de los resultados del primer año de la restauración y posterior a ella, se verificarán las condiciones de evolución de las áreas restauradas en relación a la presencia/ausencia de herbívora para determinar medidas de protección, exclusión o disuasión que se consideren convenientes: alambrado de clausura, protección individual, etc.

#### 7.2.5 De las actividades de extensión y educación ambiental

- La habilitación de picadas y caminos forestales para las tareas de plantación cumplen un doble propósito, ya que además de permitir el ingreso para la plantación propiamente dicha ofrece una vía de tránsito para realizar tareas de extensión y educación ambiental.
- En forma coordinada con áreas de comunicación de la SDSyA se realizarán actividades de plantaciones simbólicas tanto en sectores previstos en el presente plan, como tareas de repique en el vivero forestal de Tolhuin.

- Se dispone de información técnica de las actividades de restauración y vivero la cual será adecuada para la población en general en relación a la protección del ambiente forestal.

### **13. MEDIDAS PARA EL MONITOREO DEL ESTADO DEL BOSQUE**

Se presenta un plan de monitoreo como herramienta que permita la verificación de la evolución de la actividad desarrollada en el ecosistema forestal afectado por el incendio forestal de diciembre de 2008.

Todo plan de monitoreo ambiental incluye dos aspectos fundamentales: la observación (monitoreo) y la interpretación (valoración) del entorno ambiental, y el efecto de la aplicación de las actividades del presente plan.

Las medidas para el monitoreo de la actividad de restauración son:

- 1) Definición de una línea base de cada sector de plantación antes de que se inicien las actividades de acondicionamiento de caminos, picadas, canchones y plantación propiamente dicha: cantidad de biomasa residual, signos de presencia/ausencia de herbívoros, características del suelo, presencia/ausencia de pedregosidad, presencia/ausencia de erosión superficial.
- 2) Analizar la eficiencia en las tareas de repique directo, cuantificando pérdidas de plantas antes de la plantación.
- 3) A mediados de la estación de crecimiento se realizará un monitoreo de vitalidad de los plantines. Luego de concluida la primera y segunda estación de crecimiento se evaluará supervivencia y crecimiento en altura de las plantas, tomando una muestra representativa en cada unidad de restauración.
- 4) Continuar con el registro de datos en parcelas permanentes que lleva a cabo la Dirección General de Bosques de Tierra del Fuego desde el año 2009 en el área asignada para el presente plan.

Las medidas para el monitoreo de las actividades de vivero son:

- 1) Se registraran datos de altura total, diámetro del cuello y estado del desarrollo radicular en una muestra del total de plantas presentes en vivero con el método actual de acondicionamiento de plantas.
- 2) Se registraran datos de altura total, diámetro de cuello y estado del desarrollo radicular en una muestra del total de plantas producidas en vivero con la incorporación del paquete tecnológico, tanto para plantas provenientes de repique en primera instancia, como de cultivo de semillas en segunda instancia.
- 3) Los datos se complementarán con los resultados de supervivencia y crecimiento en las unidades de restauración.



Las medidas para el monitoreo ambiental son:

- 1) Cobertura Forestal: se toma como diagnostico de la situación actual, los datos provenientes del monitoreo post incendio que lleva a cabo la Dirección General de Bosques desde el año 2009.
- 2) Regeneración: en los puntos de muestreo permanentes se realiza el conteo de existencias de regeneración en una superficie de 1 m<sup>2</sup>.
- 3) Producción de semillas: en lugares próximos a bosques vivos se caracterizará la producción de semillas a partir de la colocación de baldes, los que serán colectados y clasificados dos veces al año.
- 4) Diversidad de plantas del sotobosque: en las parcelas permanentes de muestreo se cuenta con la evolución del estrato herbáceo post-incendio.
- 5) Diversidad de las comunidades de aves del bosque de producción: se realizarán parcelas de observación para determinar riqueza y densidad de aves. Asimismo, se determinará diversidad a nivel de paisaje.
- 6) Diversidad y abundancia relativa de indicadores de calidad de hábitats: se realizarán parcelas de observación para determinar riqueza y densidad de especies de insectos indicadores. Asimismo, se determinará a nivel de paisaje.
- 7) Uso del bosque por parte de *Lama guanicoe*: se establecerán parcelas para la determinación espacial y temporal de bosteos en la unidad de restauración.
- 8) Caracterización estructural y química del suelo: se realizará la caracterización del suelo mediante la toma de muestras para la determinación de contenidos de carbono, nitrógeno, fósforo, ph, materia orgánica, estructura y densidad.
- 9) Microclima: se realizará la instalación de estaciones meteorológicas a fin de caracterizar el microclima en distintos sectores de la matriz de paisaje.
- 10) Erosión: en los sectores donde se halla registrado evidencia de erosión o formación de cárcavas previo a la restauración se caracterizarán las mismas a fin de su análisis y determinación de medidas de mitigación.

Con respecto a las variables sociales, se analizarán indicadores asociados con los puestos de trabajo generados:

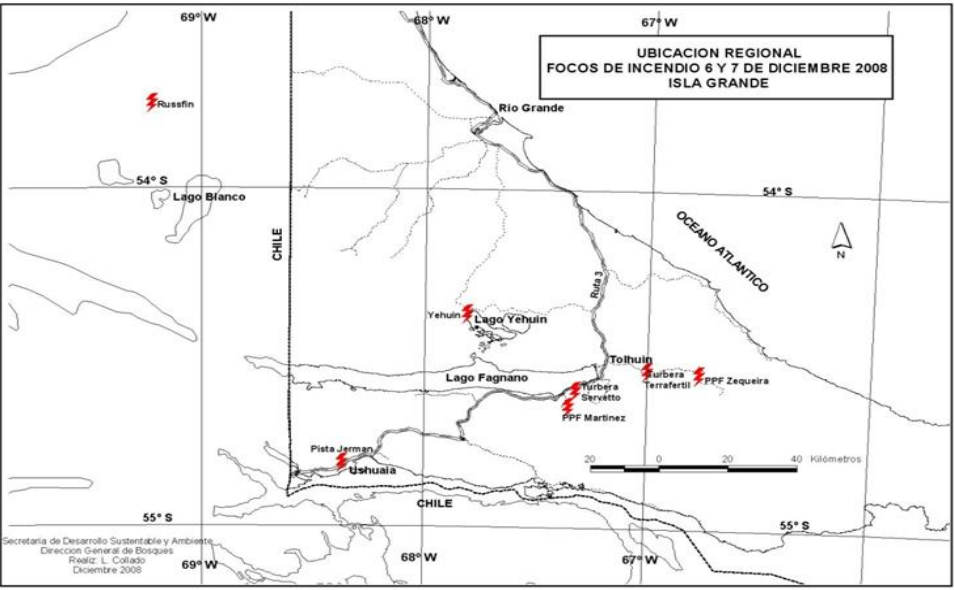
- a) Número de puestos de trabajo: se monitoreará la cantidad de puestos de trabajo requeridos para la restauración tanto a nivel de profesionales, técnicos y operadores de plantación.
- b) Nivel salarial: se monitoreará el salario pago y se mantendrá un nivel de ingresos acorde con el puesto de trabajo. El monitoreo será a nivel individual y se comparará con la legislación vigente.

## **15. DESCRIPCION DEL TRATAMIENTO DE RESIDUOS GENERADOS POR LAS ACTIVIDADES DEL PLAN**

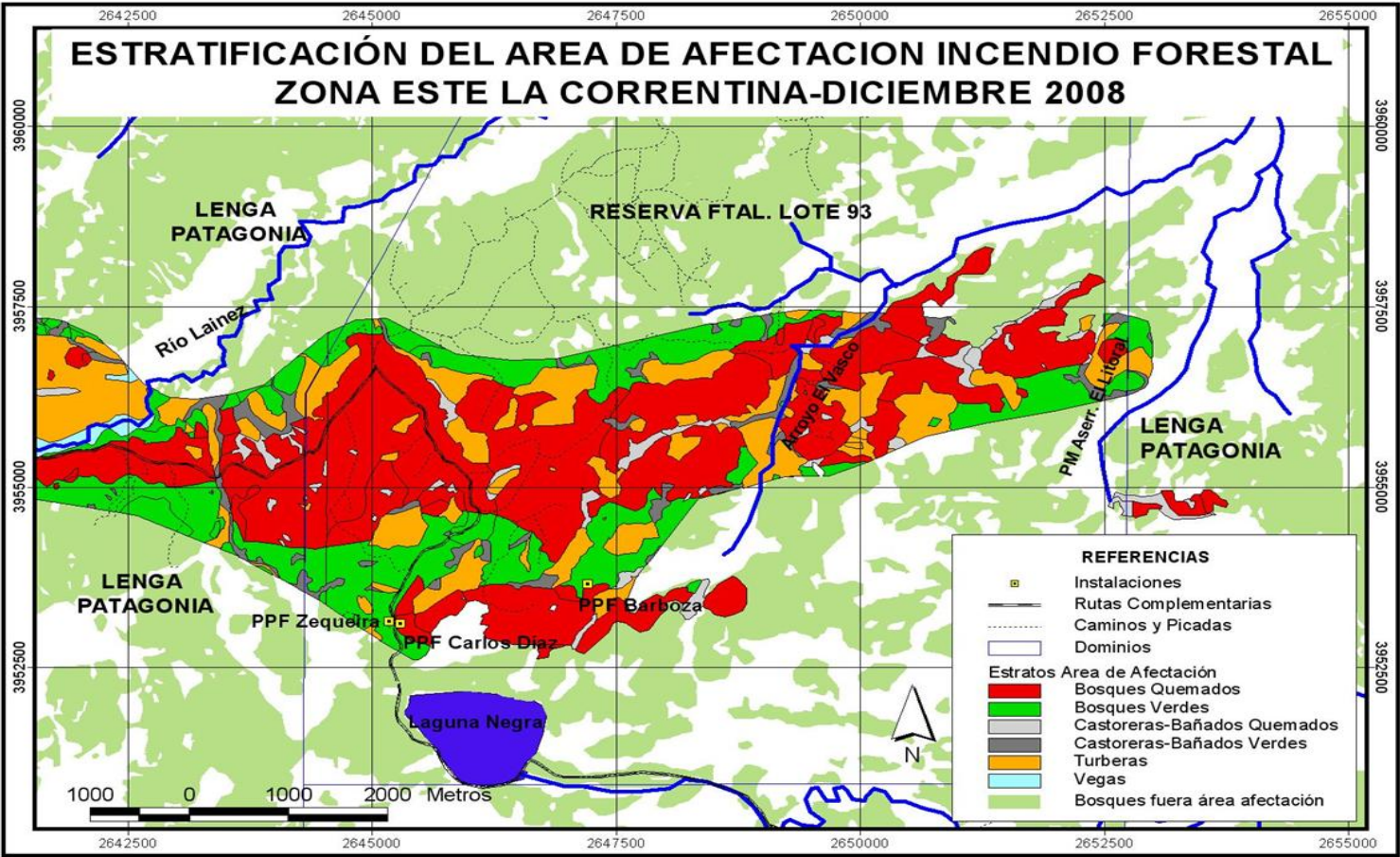
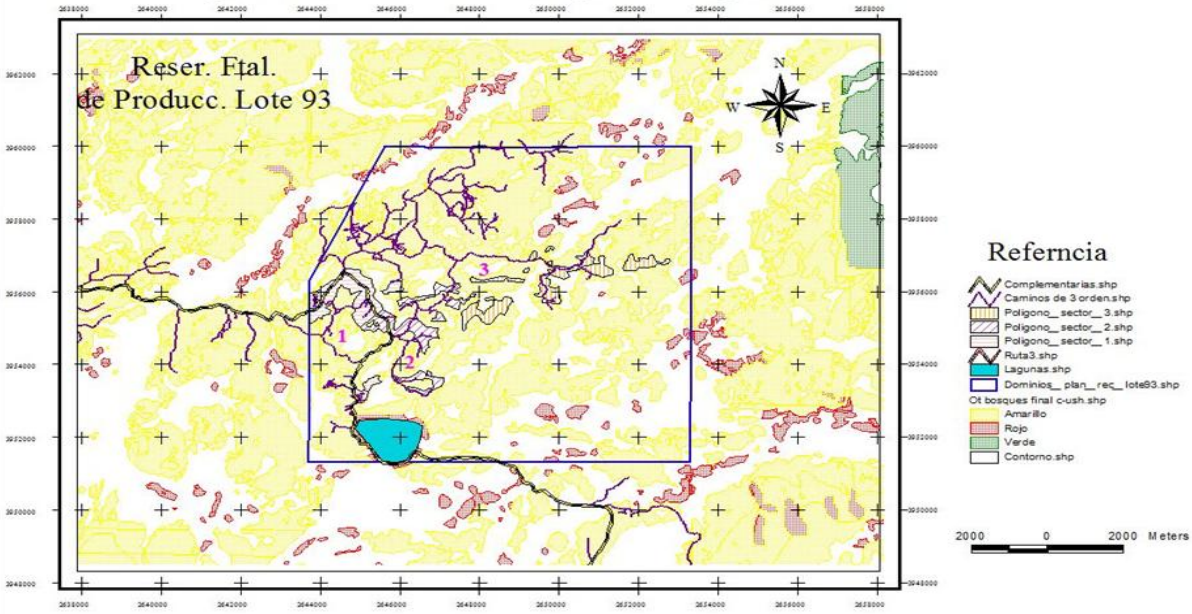
Los residuos generados por las actividades del plan serán tipificados en vidrios, botellas plásticas y otros. Tanto vidrios como botellas plásticas tienen lugares de acopio en la Ciudad de Ushuaia para su reciclado, mientras que otros residuos no tienen tratamiento especial y son dispuestos en lugares habilitados en la Comuna de Tolhuin para su disposición definitiva por el contratista del servicio de colecta de residuos.

Las actividades del plan no generan residuos de maquinarias forestales u otro mecanismo que requiera consideraciones específicas para su tratamiento a fin de la protección ambiental y humana.

ANEXO



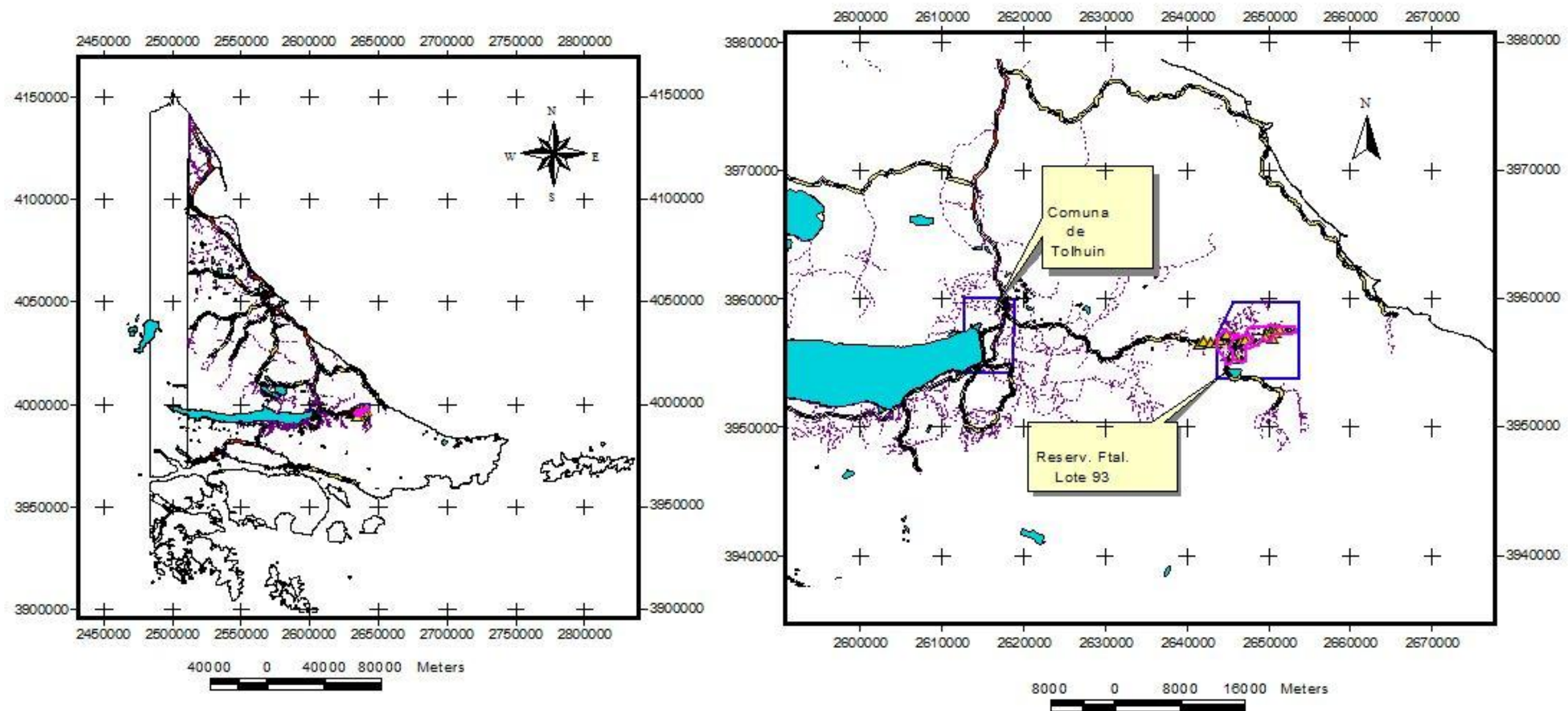
Reserva Ftal. de Produccion Lote 93.  
Mapa de clasif. de categoria segun OTBN de TDF.





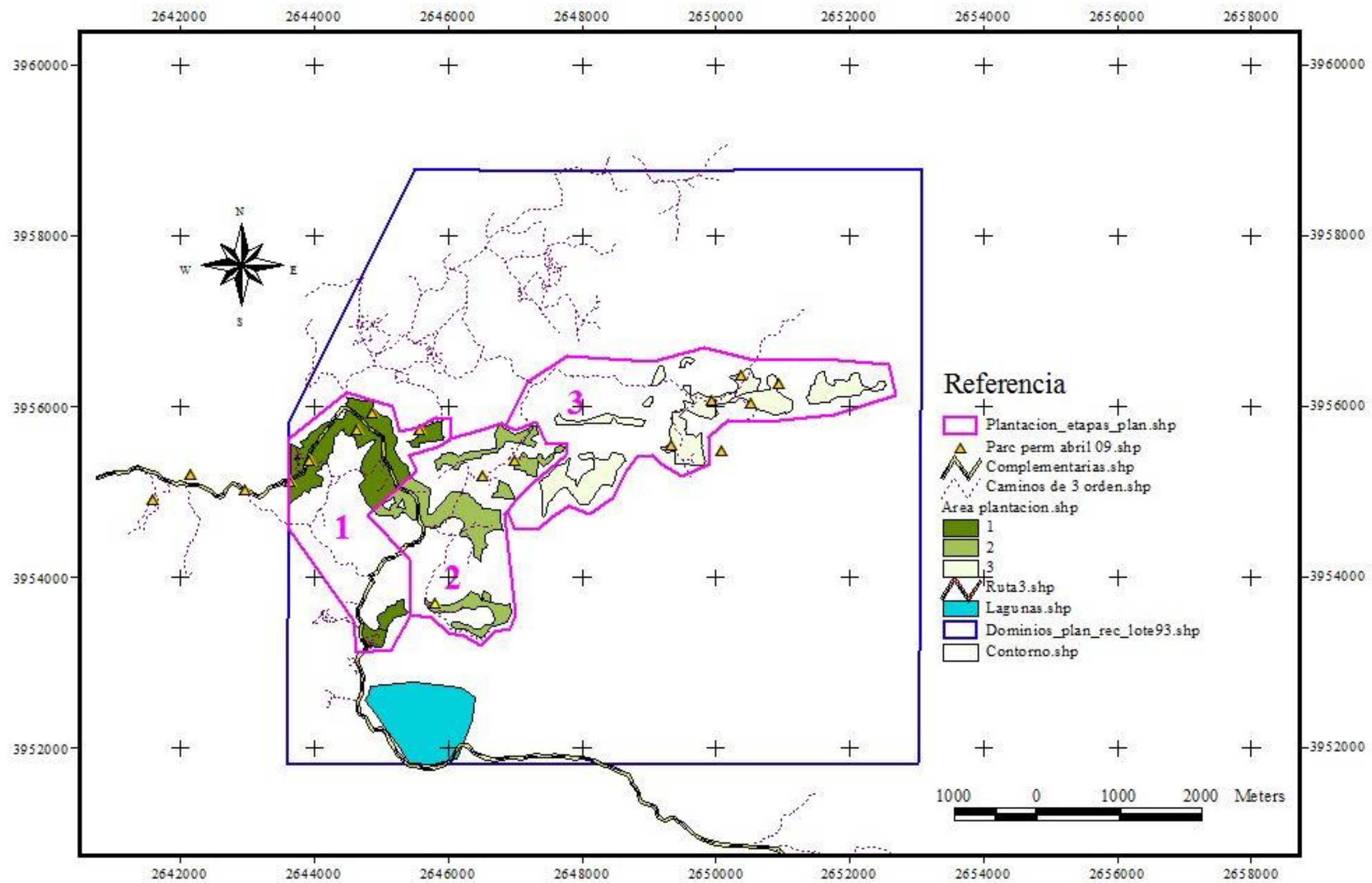
## ANEXO

# Mapa de Ubicación Geográfica de los Dominios donde se Ejecuta el Plan de Restauración de Lote 93.



## ANEXO

### Sectorización de la Superficie a Intervenir por Etapas en la Reserva Ftal. de Producción Lote 93



## BIBLIOGRAFIA

- ABRAHAM DE NOIR, F. Y RUIZ DE RIBERI, M. 1995 **Laboratorio de semillas forestales.** En: Bosques y Desarrollo. N° 14. Organización Internacional de Maderas Tropicales. pp. 24-28.
- ANDALUZ, A. 1996 **Marco legal e institucional para la conservación y el uso sostenible de los bosques y tierras forestales.** Hacia el Manejo Forestal Sostenible. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible-BOLFOR. Santa Cruz, Bolivia.
- ARANCIBIA, G. B. Y QUIROZ, I. M. 2008 **Evaluación del crecimiento en vivero de plantas de toromiro (*Sophora toromiro*) en dos tipos de sustratos.** Proy. INFOR. Centro Tecnológico de la Planta Forestal (CTPF). 18pp
- ARGILLERT C., FALCONNET G., y GRUEZ J., 1991 **Producción de plantas forestales. Guía técnica de la forestación mediterránea francesa.** [Material de Clases] CEMEGREP de las plantas Aix-en-province pp. 5
- BACCARO, K.; DEGORGUE, M.; LUCCA, M.; PICONE, L.; ZAMUNER, E.; ANDREOLI, Y. 2006 **Calidad del agua para consumo humano y riego en muestras del cinturón hortícola de mar del plata.** INTA, Argentina. En: RIA 35(3). pp. 95-110
- BASKIN, J. M.; BASKIN, C. C. 1989. **Physiology of dormancy and germination in relation to seed bank ecology.** In: Leck, Mary Alessio; Parker, V. Thomas; Simpson, Robert L., eds. Ecology of soil seed banks. New York: Academic Press: 55-66.
- BAVA, J. 1997 **Aportes Ecológicos y Silviculturales a la Transformación de Bosques Vírgenes de Lenga (*Nothofagus pumilio*) (OPEP. Et Ende) Krasser) en Bosques Manejados en el Sector Argentino de Tierra del Fuego.**
- BAVA, J. L. COLLADO, L. COLOMBO, S. FARINA, S. FAVORETTI, F. JARAS, R. HLOPEC, P. LOPEZ BERNAL, N. URQUIA. 2006. **Historia y perspectivas del aprovechamiento forestal en tierras fiscales en Tierra del Fuego.**
- BAVA, J. **Los bosques de lenga en el sector argentino de Tierra del Fuego** Ficha Técnica. CIEFAP. Patagonia Forestal. Año IV N° 6. 5-8 pg.
- CELLINI, J. M. & Otros. Informe: **Hacia un manejo forestal sustentable en los bosques de Patagonia Sur.** Facultad de Ciencias Forestal, Universidad Nacional de La Plata (UNLP).
- CELLINI, J. M. 2010 **Estructura y regeneración bajo distintas propuestas de manejo de bosques de *Nothofagus pumili* (Poepp. et. endl) Krasser en Tierra del Fuego, Argentina.** Trabajo de Tesis para optar al Título de Doctor en Ciencias Naturales. Universidad Nacional de La Plata. La Plata, Argentina. 157pp
- CHULTZ OYARZUN, F. A. 2003 **Evaluación del comportamiento geográfico en parámetros seminales y de crecimiento inicial de las plantas en procedencias de**



*Nothofagus dombeyi* (Mirb.) Orest. Trabajo de titulación para optar al Título de Ingeniero Forestal. Universidad Austral de Chile. Valdivia. Chile. 34pp.

COLLADO, L. 2001 Los bosques de tierra del fuego. análisis de su estratificación mediante imágenes satelitales para el inventario forestal de la provincia. Multequina 10: 01-16

COLLADO, L.; FARINA, S. 2006 El Bosque de Tierra del Fuego. Subsecretaría de Recursos Naturales – Dirección de Bosques.

COZZO, D. 1976. Tecnología de las forestaciones en la Argentina y América Latina. Editorial Hemisferio Sur. Bs. As. pp. 608-609.

CUEVAS 2000 Tree recruitment at the *Nothofagus pumilio* alpine timberline in Tierra del Fuego, Chile. Journal of Ecology (88). pp. 840-855.

CUEVAS, J. G. 2002 Episodic regeneration at the *Nothofagus pumilio* alpine timberline in Tierra del Fuego, Chile. Journal of Ecology (90). pp. 52-60

CUEVAS J. G. Y ARROYO, M. T. K. 1999 Ausencia de banco de semillas persistente en *Nothofagus pumilio* (Fagaceae) en Tierra del Fuego, Chile. Revista Chilena de Historia Natural (73). pp. 73-82

DANIEL, W. T.; HELMS, A. J. y BACKER, S. F.. 1982. Principios de Silvicultura, Traducido por Elizondo, M. R. 2 edición. McGraw-Hill, México, D. F. 492 p.

DONOSO, C. (1974). Dendrología-Arboles y Arbustos Chilenos. Manual n° 2, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. Santiago de Chile.

DONOSO, P. J.; SOTO, D. P.; GERDING, V. 2009 Efecto de la poda del tallo y fertilización de liberación controlada en vivero sobre el comportamiento de plántulas de *Nothofagus nervosa* en terreno. En: Bosque 30(1). pp. 48-53

DUMROESE, K. 2008. Curso Misión Inversa para Perfeccionamiento en la Producción de Viveros Forestales Patagónicos. CIEFAP. Esquel, Chubut, Argentina.

ENRICCI, J. A.; MASSONE, D. S. 2004. Nuevas tecnológicas en la producción de plantines forestales. Facultad de Ingeniería, UNPSJB. Esquel, Chubut, Argentina. 16pp.

ESCOBAR, R. R. 2007. Manual de Viverización. *Eucalyptus globulus* a raíz cubierta. Proy. INOVA - CORFO CHILE. Trama Impresores S.A. Hualpén, Chile. 229pp.

ESCOBAR, R. R. 2008. Curso Misión Inversa para Perfeccionamiento en la Producción de Viveros Forestales Patagónicos. CIEFAP. Esquel, Chubut, Argentina.

ESTUDIO FAO MONTES 54. 1984 **Planificación del Desarrollo Forestal. Servicio de Políticas y Planificación** – Departamento de Montes. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma.

FAVORETTI, S.; MUSSEL, S.; FARINA, S. 2006 **Informe Dirección de Bosques de la Provincia de Tierra del Fuego AeIAS.**

FIGUEROA, J. A.; LEON-LOBOS, P.; CAVIERES, L. A.; PRITCHARD, H.; WAY, M. 2004. **Ecofisiología de semillas en ambientes contrastantes de Chile: un gradiente desde ecosistemas desérticos a templados-húmedos.** Fisiología Ecológica en Plantas – Mecanismos y Respuestas a Estrés en los Ecosistemas. Editor: Hernán Marino Cabrera. Valparaíso, Chile. pp. 81-98

FRANGI, J. L.; BARRERA, M. D.; RICHTER, L. L.; LUGO, A. E. 1995 **Nutrient cycling in *Nothofagus pumilio* forests along an altitudinal gradient in Tierra del Fuego, Argentina.** Universidad Nacional de La Plata. Argentina. Forest Ecology and Management 217. pp 80-94

FRANGI, J.L.; BARRERA, M. D.; PUIGDEFABRIGAS, J.; YAPURA, P. F.; ARAMBARRI, A. M.; RICHTER, L. L. 2005. **Ecología de los Bosques de Tierra del Fuego.** Universidad Nacional de la Plata. La Plata, Bs.As, Argentina. Editores: Arturi, M.F.; J.L. Frangí y J.F. Goya. Pág.88

GARCÍA M. A., 2006 **Control y mejora de la calidad del proceso productivo.** Área Forestal EEA Concordia. INTA. Jornadas de difusión y capacitación para viveristas forestales del norte de Entre Ríos pp. 15

GREZ R., GERDING V., MOYA J., 1994 **Sustratos de pumicita y de suelo trumao con humus de corteza: una alternativa para el reciclaje de un residuo industrial.** Bosque (Valdivia). Vol.15. N°2. pp. 19-24

GUTIERREZ, B. 2003 **Mejoramiento genético y conservación de recursos forestales nativos en Chile.** Instituto Forestal. Concepción. Pub. Invest. Agrar.: Sist. Recur. For. 12(3). pp 145-153

HORAK, E. 1979. **Fungi, Basidiomycetes Agaricales y Gasteromycetes Secotioides.** Fundación para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Buenos Aires, Argentina. 524pp.

INGRAM D. L., HENLEY R. W., YEAGER T. H. 1991 **Growth Media for Container Grown Ornamental Plants.** University of Florida. IFAS Extensión pp. 18

ISKANDER CABRERA R., 2002 **Manejo de sustratos para la producción de plantas ornamentales en maceta.** Texas (EE.UU.). Texas A&M University. Department of Horticultural Sciences pp. 9

IZQUIERDO, G; MARTÍNEZ PASTUR, G.; CELLINI, J.; LENCINAS, M.; MUNDO, I; BURNS, S.; BOZZI, J. **“Cuatro décadas de manejo forestal en la Provincia de**

**Tierra del Fuego**“ Décimas Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales, Facultad de Ciencias Forestales – UnaM – EEA Montecarlo – INTA. Eldorado, Misiones.

LANDIS, T. D. 1990. **Containers: Types and Functions**. In Landis, T. D.; Tinus, R. W.; McDonald, S. E.; Barnett, J. P. The Container Tree Nursery Manual, Volume 2 y 4. Agric. Handbk. 674. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service: 41-89.

LANDIS, T.D. 1989. **Mineral nutrients and fertilization**. In Landis, T.D.; Tinus R.W.; McDonald, S.E.; Barnett, J.P. The Container Tree Nursery Manual, Volume 4. Agric. Handbk. 674. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service: 1-67.

LANDIS, T.D.; TINUS, R.W.; BARNETT, J.P. 1998. **The Container Tree Nursery Manual**. Volume 6, Seedling propagation. Agric. Handbk. 674. Washington, DC: USDA Forest Service. 166 p.

LANDIS, T.D.; TINUS, R.W.; MCDONALD, S.E.; BARNETT, J.P. 1989. **Seedling Nutrition and Irrigation**, Vol. 4, The Container Tree Nursery Manual. Agric. Handbk. 674. Washington, DC: US Department of Agriculture, Forest Service. 119p.

LEON-LOBOS, P. & ELLIS, R. H. 2005 **Seed survival in Chilean *Nothofagus* in response to desiccation and storage**. Seed Science Research 15. pp 113-123

LERENA D., S. 1997 **La importancia del envase en la producción de plantas forestales**. CNMF "El Serranillo", Ministerio de Medio Ambiente. En: Quercus 134. pp. 34-37

LOGUERCIO, G. A. 1995. **Crecimiento de la regeneración natural de la lenga (*Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl) Krasser) y su dependencia de las condiciones dominantes de radiación**. Instituto de Silvicultura, Universidad de Göttingen – CIEFAP. Esquel, Chubut, Argentina. Publicación Técnica N° 21:1-47pp.

MARTINEZ PASTUR, C.; ARENA, M. E.; FERNANDEZ, C. 1994. **Nota sobre la influencia del Acido Giberelico y del Nitrato de Potasio en la Germinación de Semillas de *Nothofagus betuloides* (Mirb.) Oerbst.** Investi. Agrar. Sist. Recur. For. Vol. 3

MARTINEZ PASTUR, G y VUKASOVIC, R. 2004 **“Propuesta de un Modelo de Producción para Patagonia Sur”**. Modulo 1. PIARFON BAP.

MARTINEZ PASTUR, G.; PINEDO, L.; FERNANDEZ, CECILIA. 1997. **Germinación de semillas y sistemas de propagación clonal en bosques de lenga de Tierra del Fuego**. CADIC-CONICET. Actas II° Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. Tomos Bosques Nativos y Protección Ambiental. Posadas, Argentina. pp 141-147.

- MARTINEZ, D. A.; LANDINI, A. M.; SVARTZ, H.; VENCE, L.; BOTTINI, L.; MASCARINI, L.; ORDEN, S. & VILELLA, F. 2006 **Propiedades físicas e hidráulicas de perlita en cultivos de rosas y sus variaciones temporales.** *Cienc. Suelo* [online]. vol.24, n.2 [citado 2009-12-11], pp. 177-182
- MAZZARINO, M. J.; GOBBI, M. 2005. **Indicadores de circulación de nutrientes en Bosques Andino-Patagónicos.** IDIA XXI 5 (8):15-18 (Ediciones INTA, Número especial sobre Forestales).
- MEXAL, J. 2008. **Curso Misión Inversa para Perfeccionamiento en la Producción de Viveros Forestales Patagónicos.** CIEFAP. Esquel, Chubut, Argentina.
- MUÑOZ JEREZ Z. P., 2007 **Comparación del sustrato de fibra de coco con los sustratos de corteza de pino compostada, perlita y vermiculita en la producción de plantas de *Eucalyptus globulus* (Labill).** Tesis (Ingeniero Forestal). Chile: Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Forestales pp. 38
- MURUA, R. GONZALES, L. A. 1984 **Producción de semillas de especies arbóreas en la Plurisilva Valdiviana.** Universidad Austral de Chile. Bosque 6. pp 15-23
- OLIVO V. B., y BUDUBA C. G., 2006 **Influencia de seis sustratos en el crecimiento de *Pinus ponderosa* producido en contenedores bajo condiciones de invernáculo.** Bosque (Valdivia). Vol.27.Nº3 pp. 267-271.
- ORTEGA U. L., DANTAS DE OLIVEIRA A. K., HEVIA CABAL A., ÁLVAREZ RÓN E., y MAJADA GUIJO J., 2006 **Control de calidad de planta forestal.** SERIDA: Tecnología agroalimentaria. Nº3 pp. 23-28
- PASTOR SAEZ N. J., 1999 **Utilización de Sustratos en Viveros.** Universidad Autónoma Chapingo. Terra Latinoamericana. Vol. 17. Nº 003. pp. 231-235
- PEÑUELAS RUBIRA J. L., OCAÑA BUENO L., 2000. **Cultivo de plantas forestales en contenedor.** España: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 2ª ed. Madrid. Mundi-Prensa pp. 190
- PREMOLI, A. C. & MATHIENSEN, P. 2011 **Respuestas ecofisiológicas adaptativas y plásticas en ambientes secos de montaña: *Nothofagus pumilio*, el árbol que acapara los andes australes.** *Ecología Austral* (21). Pp. 251-259
- QUERO, J. L.; MARAÑÓN, T.; VILLAR, R. 2004. **Tasas de fotosíntesis en plántulas de alcornoque y roble en distintos micrositios dentro del sotobosque.** *Almoraima*31: 101-110.
- QUIROZ MARCHANT, I.; GARCIA RIVAS, E.; GONZALEZ ORTEGA, M.; CHUNG GUIN-PO, P.; SOTO GUEVARA, H. 2009. **Vivero Forestal: Producción de plantas nativas a raíz cubierta.** Centro Tecnológico de la Planta Forestal (CTPF). INFOR Sede Bío-Bío, Concepción, Chile. 128pp.

QUIROZ, I.; FLORES, L.; PINCHEIRA, M., VILLARROEL, A. 2001. **Manual de viverización y plantación de especies nativas.** Proyecto. FDI-INFOR Técnicas silvícolas y genéticas para cuatro especies nativas de interés comercial. Valdivia, Chile. 159p.

RECHENE, D. C. 1995 **Establecimiento y desarrollo de renovales de lenga en situaciones de baja cobertura.** Universidad Nacional de la Patagonia – CIEFAP. Publicación Técnica N° 21. pp 76-114

ROIG C., ROIG F. A., 2004 **Cap. 1. Consideraciones Generales.** Eds.: Blanco, D. E. y Balze V. M. Los Turbales de la Patagonia. Bases para su inventario y la conservación de su biodiversidad., Publicación N° 19, Wetlands International. Bs. As (Argentina) pp. 5-21

ROVIROSA, M. C.. 1989 **"Estrategias para la viabilización eficiente y eficaz de Proyectos de Desarrollo Popular"**. Desarrollo Económico. V. 29, N° 115

RUSCH, V. 1992 **Principales limitantes para la regeneración de la lenga en la zona N.E de su area de distribución. Variables ambientales en claros del bosque.** CIEFAP. Esquel, Chubut, Argentina. Publicación Técnica N° 8. pp 61-73.

SAAVEDRA MARTINI, J. 2004 **Análisis del proceso de comercialización de semillas forestales y ornamentales en dos centros de semillas.** Memoria para optar al Título de Ingeniera Forestal. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 104pp

SÁNCHEZ-CÓRDOBA T., ALDRETE A., CETINA-ALCALÁ V. M., y LÓPEZ-UPTON J., 2008 **Caracterización de medios de crecimiento compuestos por corteza de pino y aserrín.** Madera y Bosques 14(2):41-49.

SAPAG CHAIN, N. Y SAPAG CHAIN, R. 1993 **Formulación y evaluación de proyectos.** Editorial Mc. Graw Hill. México D.F. 2da. Edición.

Society for Ecological Restoration (SER) International, Grupo de trabajo sobre ciencia y políticas. 2004. **Principios de SER International sobre la restauración ecológica.** www.ser.org y Tucson: Society for Ecological Restoration International.

SER, 2004 **Principios de SER internacional sobre la restauración ecológicas.**

SCHINELLI, C. T. 2008. **Curso Viverización de especies nativas.** CORFONE-AUSMA

SCHMALTZ, J. 1992. **Aspectos de regeneración de Haya y Lenga – una comparación.** En Seminario manejo forestal de la lenga y aspectos ecológicos relacionados. CIEFAP. Esquel, Chubut, Argentina. Publicación Técnica N° 8: 74-84pp.

SCHMIDT, H. 1991 **Silvicultura de los bosques de lenga.** CIEFAP. Esquel, Chubut, Argentina. 50pp.

SCHMITD, H.; CALDENTEY, J. 1999 **Seguimiento forestal y ambiental del uso de los bosques de lenga- XII region.** UNCH. y CONAF. XII Región Magallanes y Antartica Chilena, Chile. 76pp.

TEJERA, L.; SCHINELLI, C. 2008. **Producción de plantas de lenga en contenedores.** INTA [online]. Estación Experimental Agroforestal Esquel, Chubut. Argentina

TERÉS TERÉS M., 2001 **Relaciones aire-agua en sustratos de cultivo como base para el control de riego. Metodología de laboratorio y modelización.** Tesis (Doctor Ingeniero Agrónomo). Madrid. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Departamento de Producción Vegetal. Fitotecnia pp. 469

URRETAVIZCAYA, M. 2006 **Programa de cosecha de semillas de árboles y arbustos del bosque nativo de la provincia de Chubut.** Nota. Patagonia Forestal. pp 22-25

VALENZUELA O., GALLARDO C., GARCIA M. A., DIAZ D., y ALORDA M., 2005 **Características de los Sustratos Utilizados por los Viveros Forestales.** IDEA XXI. INTA. Vol. N°8. pp. 55-57.

VEBLEN, T. T.; DONOSO, C.; KITZBERGER, T.; REBERTUS, A. J. 1986 **Ecology of Southern Chilean and Argentinean Nothofagus Forests.** Eds. Veblen, T. T.; Hill, R. S.; Read, J. Yale University Press, New Haven. pp. 293-353

WILLAN, R. L. (S/F). **Pre-tratamientos de Semillas.** Guía para la manipulación de semillas forestales, estudio con especial referencia a los trópicos. FAO. pp 15-22

ZAMORA MORALES, B. P.; SANCHEZ GARCIA, P.; VOLKE HALLER, V. H.; ESPINOSA VICTORIA, D. Y GALVIS SPINOLA, A. 2005 **Formulación de mezclas de sustratos mediante programación lineal.** INCI. Interciencia, vol.30 N°6. pp. 69-81.