



Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias Forestales

**Estructura, Dinámica y Estado de conservación de los
bosques de *Pilgerodendron uviferum* (D. Don) Florín,
en la Reserva Nacional Valdivia**

Patrocinante: Sr. Carlos Le Quesne.

Trabajo de Titulación presentado
como parte de los requisitos para optar
al título de **Ingeniero Forestal**.

PAUL SZEJNER SIGAL

VALDIVIA
2007

CALIFICACIÓN DEL COMITÉ DE TITULACIÓN

		Nota
Patrocinante:	Sr. Carlos Le Quesne Geier	<u>6,8</u>
Informante:	Sr. Mauro González Cangas	<u>7,0</u>
Informante:	Sr. Duncan Christie Browne	<u>6,8</u>

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

Sr. Carlos Le Quesne G.

AGRADECIMIENTOS

Es curioso, pero lo que comenzó como una idea de tesis que trataba sobre la búsqueda del potencial Dendrocronológico en los bosques de coníferas en Guatemala, se transformó en este trabajo, que simplemente alimentó con sustancial energía el desafío que tengo en Guatemala. Dicho sea de paso, los conocimientos adquiridos en este proceso son invaluable.

En este espacio tan cortito me gustaría agradecer a todas las personas que colaboraron para llevar a cabo este constante aprendizaje.

A mi familia que desde lejos estuvo siempre apoyando fuertemente las locuras de su hijo, a mi papá que desde chiquitito me mostró la naturaleza como una gran aventura con misterios infinitos, a mi mamá que con su inmenso amor me mantuvo firme durante estos años en Valdivia. Michelle, Natalie, André y Sophi gracias por ser los hermanos que cualquiera quisiera tener.

A Ricardo Moreno (Richi), quien me ayudó muchísimo en la recolección de datos y la identificación de muchas de las plantitas que aparecen en el trabajo. Al Carlitos Bustos que me corrigió muchas faltas de ortografía y redacción!

A Alex Rudloff y a los guardaparques de la Reserva Nacional Valdivia que facilitaron en gran medida el trabajo en terreno, gracias por la hospitalidad y alojarlos en los refugios de la reserva.

A Carlos Le Quesne, Mauro González y Duncan Christie, que con su apoyo y conocimiento me guiaron y enseñaron muchas cosas sobre los bosques, su naturaleza y ecología. Gracias por tenerme paciencia.

Al Laboratorio de Dendrocronología en donde Emilio, Nati, Pacita, Duncan, Juan, Claudio, y la niña más linda del mundo Mabi, me acogieron y me ayudaron en aprender sobre esta bella ciencia. Gracias por todos los “Cursos Dendro” que estuvieron excelentes.

También creo que es indispensable expresar mi infinito agradecimiento a Mabel Alsina “la niña más linda del mundo” quien me ha regalado lo más bello que alguien puede compartir. Gracias, un millón de gracias por darme la inspiración y fuerza para lograr este cometido.

Bueno también debo agradecer a todos los que lean este trabajo, el cual está hecho para ustedes, espero que les sea útil.

ÍNDICE DE MATERIAS

	página
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	3
2.1 Aspectos generales de <i>Pilgerodendron uviferum</i>	3
2.1.1 Distribución geográfica	3
2.1.2 Clima, suelo y asociaciones en que participa	4
2.1.3 Dinámica de los bosques de <i>Pilgerodendron uviferum</i>	5
2.2 Conservación	6
2.3 Dendroecología de <i>Pilgerodendron uviferum</i>	7
2.4 Historia de la Reserva Nacional Valdivia	8
3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	9
3.1 Área de Estudio	9
3.2 Estructura, composición y dinámica del bosque	10
3.3 Categorización del estado de conservación	12
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
4.1 Estructura, composición y dinámica del bosque	17
4.1.1 Composición florística	17
4.1.2 Regeneración arbórea	18
4.1.3 Estructura de tamaños de especies arbóreas	20
4.1.4 Vitalidad del bosque	23
4.1.5 Establecimiento y dinámica del bosque	24
4.2 Categorización del estado de conservación	27
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	29
6. BIBLIOGRAFÍA	30

Anexos

- 1 Abstract and Keywords
- 2 Ubicación geográfica de la zona y sitios de estudio
- 3 Tipificación visual de las alteraciones
- 4 Regresiones de diámetros (DAP 1.3 m / DAT 0.3m)
- 5 Resumen de la estructura boscosas y composición florística
- 6 Fotografías
- 7 Criterios y categorías según la UICN

ÍNDICE DE CUADROS

	página
Cuadro 1. Escala de coberturas según los criterios de Braun Blanquet.	10
Cuadro 2. Regresiones lineales por sitio	11
Cuadro 3. Categorización propuesta para el estado de conservación de <i>Pilgerodendron</i>	12
Cuadro 4. Clasificación de las variables estimativas del estado de conservación	14
Cuadro 5. Asignación de categorías de conservación y el puntaje asociado.	15
Cuadro 6. Ponderación de los factores explicativos del estado de conservación.	15
Cuadro 7. Espectro Taxonómico e Importancia relativa por Clase Taxonómica en los sitios estudiados en la Reserva Nacional Valdivia	17
Cuadro 8. Tabla de rodal del sitio Espinillales	20
Cuadro 9. Tabla de rodal del sitio Catrilelfu	20
Cuadro 10. Resumen de los parámetros dasométricos en cada sitio, contrastando la estructura de los individuos vivos y los muertos.	21
Cuadro 11. Variables de crecimiento radial de <i>Pilgerodendron uviferum</i> y de <i>Fitzroya cupressoides</i> En bordes de los sitios de muestreo	25
Cuadro 12. Recuento ponderado de cada uno de los factores analizados que representan la categoría del estado de conservación de los bosques de <i>Pilgerodendron uviferum</i> en la Reserva Nacional Valdivia.	28

ÍNDICE DE FIGURAS

	página
Figura 1. Distribución Geográfica del Tipo forestal Ciprés de las Guaitecas	4
Figura 2. Diseño de las parcelas a utilizar en cada sitio de muestreo	10
Figura 3. Diagrama temporal de cálculo del porcentaje de cambio en el crecimiento GC% para un año en específico	12
Figura 4. Modelo utilizado para categorizar el estado de conservación	13
Figura 5. Densidad de plántulas (> 10 cm y < a 200cm) de ambos sitios, Espinillales (ESP) y Catrilelfu (CAT), indicando el número de individuos de cada especie por hectárea	18
Figura 6. Densidad de brinzales en ambos sitios de estudio Espinillales (ESP) y Catrilelfu (CAT), indicando el número de individuos de cada especie por hectárea.	19
Figura 7. Distribución diamétrica promedio de las tres parcelas muestreadas en cada sitio. Se diferencian individuos vivos y muertos por especie.	22
Figura 8. Estado vital de <i>Pilgerodendron uviferum</i> y <i>Fitzroya cupressoides</i> según las categorías utilizadas por Rovere <i>et al.</i> (2002). (1*): Menos del 20% de la copa seca, (2*): entre un 20 y 80% de copa seca y (3*): más de un 80% de la copa seca	23
Figura 9. Décadas de establecimiento de <i>Pilgerodendron</i> y <i>Fitzroya</i> en Espinillales y Catrilelfu	24
Figura 10. Frecuencia de liberaciones y supresiones de individuos de <i>Pilgerodendron</i> y <i>Fitzroya</i> en la Reserva Nacional Valdivia	26

RESUMEN EJECUTIVO

Los bosques de *Pilgerodendron uviferum* (Ciprés de las Guaitecas) han estado sujetos a un intenso régimen de explotación e incendios de origen antrópico. Actualmente esta conífera, que puede alcanzar hasta 850 años, se encuentra catalogada como "Vulnerable" por la UICN y según diversos autores "en peligro".

El objetivo de este estudio es determinar la estructura, dinámica y el estado de conservación de los bosques de *Pilgerodendron* en la Reserva Nacional Valdivia (40°S), en dos rodales (Catrilelfu y Espinillales).

En ambos rodales se analizó la estructura y composición del bosque y mediante un modelo de ponderación se catalogó el estado de conservación mediante los siguientes factores; (1) recolonización, (2) área basal viva y muerta, (3) vitalidad de individuos y (4) signos de perturbaciones.

Entre ambos rodales existen diferencias en cuanto a la recolonización de *Pilgerodendron*, siendo más abundante en Catrilelfu. En ambos sitios el 86% del área basal esta ocupada por individuos muertos en pie o bien talados, y el 14% yace vivo con buenas características vitales. Ambos rodales presentan abundantes árboles quemados y cortados, indicando que el fuego y la extracción han sido los principales agentes que han afectado la estructura actual.

Este estudio indica que el bosque de Catrilelfu se esta recuperando de las perturbaciones pasadas y por ende presenta un mejor estado de conservación, y respecto a Espinillales presenta algunos problemas debido a los efectos post disturbio.

Palabras clave: *Pilgerodendron uviferum*, UICN, conservación, perturbaciones, dendroecología.

1. INTRODUCCIÓN

Pilgerodendron uviferum [D. Don] Florín, denominado comúnmente como ciprés de las guaitecas, ciprés de las Islas, lahuán, o ten, pertenece a un género monotípico de la familia de las CUPRESÁCEAS. Su distribución abarca aproximadamente 1.600 km, lo que la convierte en la conífera chilena con el mayor rango de distribución (Martínez, 1981; Martínez y Muñoz, 1988; Plaza, 2001; Rovere *et al.*, 2002; Allnutt *et al.*, 2003).

Villagrán (2001), propuso un modelo donde estima que durante las épocas de glaciación, las especies más adaptadas al frío y a la humedad, como aquellas que ocurren en la tundra y bosques subantárticos, habitaban sitios bajos en latitudes entre los 40° y 42° sur. Estos sitios, luego de la retirada de los glaciares, fueron colonizados por bosques nordpatagónicos y luego arribó el bosque valdiviano a inicios del Holoceno. En la etapa tardiglacial con la retirada de los hielos, la flora magallánica y bosques de coníferas fueron tomando lugar en sitios más elevados de las cordilleras.

En el límite norte de su distribución, *Pilgerodendron* se ubica en escasas y aisladas poblaciones discretas, caracterizadas por condiciones de sitio extremas o desfavorables para el desarrollo de otras especies que compiten con el ciprés (Premoli *et al.*, 2001).

A partir del siglo XVIII las poblaciones de *Pilgerodendron uviferum* comenzaron a ser devastadas por la acción de colonos, que redujeron drásticamente su área de ocupación mediante quemas y habilitación de terrenos, siendo mas notorio a partir de mediados del siglo XIX (Veblen y Ashton 1982; Szeicz *et al.*, 2003). Según diversos autores, la comuna de Corral ha sufrido un régimen de alteraciones continuas, afectando a su vez los bosques de la Reserva Nacional Valdivia (Almonacid 1998; Guarda 2001).

A nivel mundial *Pilgerodendron* se encuentra catalogado como “Vulnerable” por la UICN y desde 1973 en el Apéndice I de CITES (Farjon y Page, 1999). Los principales factores que han determinado su estado de conservación son la explotación, la presencia de ganado y la introducción de especies exóticas de rápido crecimiento. En lo que respecta a la explotación, la alta reducción del área basal se debe los incendios y a la extracción de madera (Soto 2004; Bannister 2004; Villena 2006; Moreno 2007).

Los bosques de Alerce y especies asociadas a éste, como Ciprés de las Guaitecas, Tepú y Coihue, tienen un importante significado socio-económico en la Cordillera de la Costa, debido a las diversas actividades vinculadas al bosque. Dichas actividades cobran relevancia cultural y biológica, debido al uso indiscriminado del patrimonio natural de la región. Ejemplo de esto fue la empresa siderúrgica que a comienzos del siglo XX se instaló en la comuna de Corral, la cual consumía cerca de 8,35 m³ de madera para fundir una tonelada de lingote elaborado (CONAF 2002; Skewes 2001).

Por consiguiente, el objetivo fundamental de este trabajo de titulación es evaluar la capacidad de recuperación de las poblaciones de *Pilgerodendron uviferum* y analizar su dinámica en dos sitios de la Reserva Nacional Valdivia, enfocando el trabajo mediante los siguientes objetivos específicos:

- i) Caracterizar la estructura y composición de dos fragmentos de bosques de *Pilgerodendron uviferum* puro y *Pilgerodendron uviferum* con *Fitzroya cupressoides*.
- ii) Analizar la historia de perturbaciones en relación al establecimiento de individuos y a las liberaciones y supresiones del bosque.
- iii) Evaluar el estado de conservación de los bosques de *Pilgerodendron uviferum* en la Reserva Nacional Valdivia.

Además uno de los propósitos de este trabajo es generar información comparable con otros estudios en poblaciones de *Pilgerodendron uviferum*, para lograr que los tomadores de decisiones cuenten con información concreta del estado de conservación de estos bosques. Así también este trabajo, realizado en una Reserva Nacional, sirve como punto de referencia a la mayoría de poblaciones que están insertas en una matriz donde se ha transformado drásticamente la estructura boscosa.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Aspectos generales de *Pilgerodendron uviferum*

Pilgerodendron es un género monotípico que pertenece a la Familia Cupresaceae. Es una especie perennifolia, posee tronco recto, cilíndrico y corteza de color castaño-rojiza, es de crecimiento monopódico y dioico. Y puede alcanzar un diámetro de hasta 1 m y 20 m de altura. En la etapa juvenil su copa es de forma variable y en la etapa adulta su copa es amplia y piramidal ocupando sólo el tercio superior de la altura total (Cruz y Lara, 1981). Posee hojas pequeñas, sésiles, decusadas e imbricadas, de forma aovadas a oblonga con ápice agudo y bandas estomáticas en la cara interna. Las escamas se disponen en verticilos de a dos alternadas (Hoffmann, 1982).

La madera de este árbol es muy cotizada por su excelente calidad y por su alta durabilidad. Tiene un color amarillento y rojizo, de grano fino y liviana, siendo fácil el trabajo de moldura. Se utiliza en embarcaciones, muelles, cercos, muebles, entre otros (Hoffmann, 1982). Se ha empleado igualmente en obra gruesa de construcción, y en tejuelas, ventanas y puertas (Díaz- Vaz, 1985).

2.1.1 Distribución geográfica

La distribución de *Pilgerodendron uviferum* en Chile es discontinua en ambas cordilleras, desde la provincia de Valdivia (39°36' S), hasta la provincia de Magallanes (54°20' S). Esta distribución la posiciona como la conífera más austral del mundo y su rango geográfico latitudinal abarca aproximadamente 1.600 km (Pisano, 1977; Martínez, 1981; Hechenleitner *et al.*, 2005). En Argentina es menos abundante y sólo se encuentra en sitios aislados cercanos al borde chileno al sur de los 41° S (Rovere *et al.*, 2002).

Desde una perspectiva muy general, el origen de estas poblaciones distribuidas en un gran rango latitudinal se debe a consecuencias biogeográficas, gatilladas por procesos y cambios climáticos relevantes durante la historia (Van Geel *et al.*, 2000). Según estos autores, estos cambios están en función de factores que dependen directamente de la incidencia solar la cual genera aumentos o bien descensos en la temperatura.

A raíz de ello, Villagrán (2001) propuso un modelo donde estima que durante las épocas de glaciación, las especies más adaptadas al frío y a la humedad, como *Pilgerodendron*, habitaban los sitios bajos en latitudes entre los 40° y 42° S. Estos sitios, luego de la retirada de los glaciares, fueron colonizados por bosques nordpatagónicos y luego arribó el bosque valdiviano a inicios del Holoceno. En la etapa tardiglacial con la retirada de los hielos, la flora magallánica y bosques de coníferas fueron tomando lugar en sitios más elevados de las cordilleras en donde el régimen climático favorece al éxito de estas asociaciones boscosas.

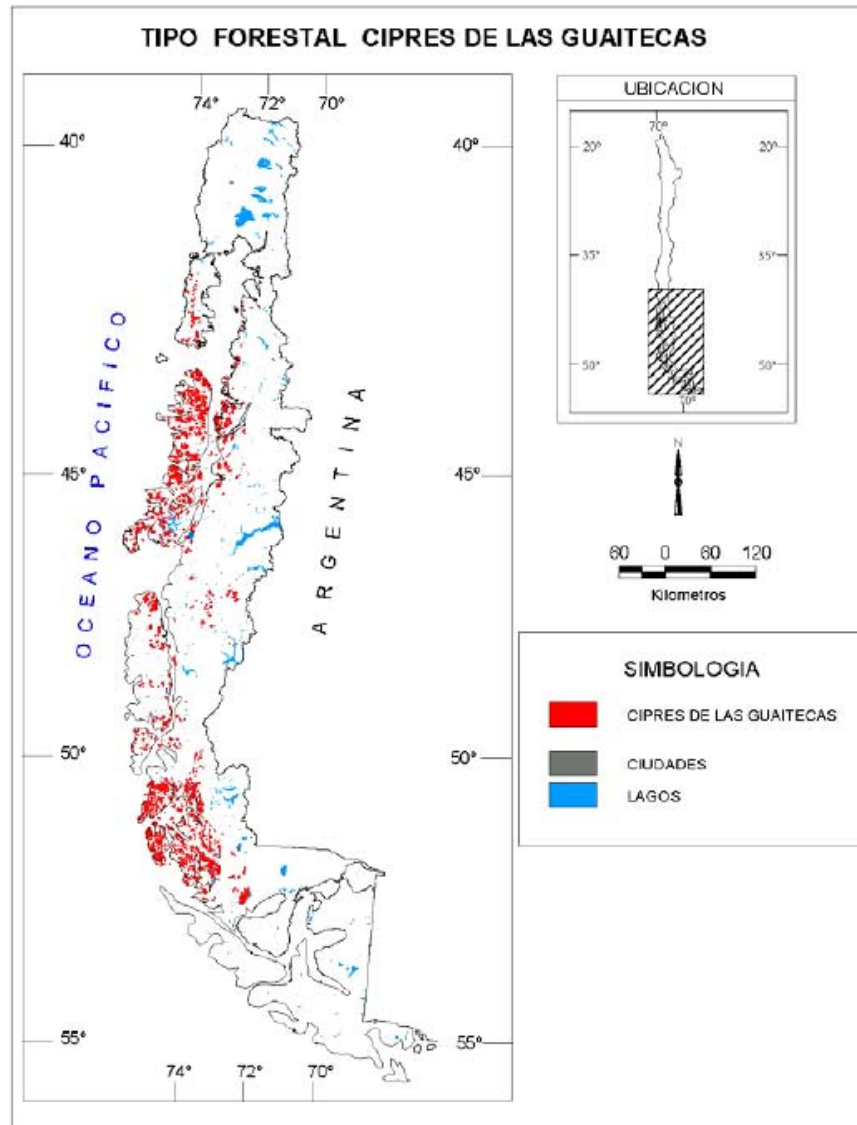


Figura 1. Distribución geográfica del Tipo forestal Ciprés de las Guaitecas.

2.1.2 Clima, suelo y asociaciones en que participa

El clima asociado a las poblaciones de *Pilgerodendron* es variable según la latitud, variando desde el norte de su distribución de un clima templado con influencia estival mediterránea, a uno templado subantártico en su extremo sur en donde las precipitaciones oscilan entre los 2.500 mm, a los 6.000 mm dependiendo de la ubicación geográfica (Donoso *et al.*, 2007), y la temperatura media anual varía desde 10,5 °C en su distribución más septentrional hasta 6 °C en su distribución sur (Szeicz *et al.*, 2000; Allnutt *et al.*, 2003).

Por lo general *Pilgerodendron* habita suelos muy húmedos y de mal drenaje, lo cual implica procesos de oxidorreducción en el horizonte mineral generando gleizoles. En estos suelos existe una gran depositación de materia orgánica proveniente de *Sphagnum spp.* (Cruz y Lara, 1981; Donoso et al., 2007)

A lo largo de su amplia distribución, la flora asociada a *Pilgerodendron* varía dependiendo de su ubicación y estado sucesional, como ejemplo en la Cordillera de los Andes se asocia con *Saxegothea conspicua*, *Nothofagus dombeyi*, *Weinmannia trichosperma*, *Eucryphia cordifolia*, *Amomyrtus luma*, *Lomatia fruginea*, *Fitzroya cupressoides* entre otras. En la Cordillera de la Costa está asociada a *Tepualia stipularis*, *Drimys winteri*, *Nothofagus nitida*, *Nothofagus betuloides*, *Fitzroya cupressoides*, *Gevuina avellana* y en los estratos inferiores se encuentra con *Sphagnum spp.*, *Pernettya spp.*, *Belchnum spp.*, *Juncus procerus* y otras monocotiledóneas dependiendo del grado de alteración del sitio, dichas asociaciones están fuertemente relacionadas con el estado sucesional dando origen a la actual caracterización de la dinámica de estos bosques (Cruz y Lara, 1981).

2.1.3 Dinámica de los bosques de *Pilgerodendron uviferum*

La mayor parte de la información sobre la dinámica de *Pilgerodendron uviferum* proviene del trabajo de Cruz y Lara (1981) en donde describen a esta especie como un árbol intolerante a la sombra presentando estructuras de edades continuas en sitios no alterados (Szeicz et al., 2000).

En los sitios en donde el régimen de perturbaciones a causa del fuego ha sido intenso, los bosques de *Pilgerodendron* presentan muy baja regeneración siendo reemplazados por especies como *Drimys winteri*, *Tepualia stipularis* y *Saxegothea conspicua*. No obstante si los incendios no han sido muy intensos, la regeneración puede ser exitosa formando un bosque abierto de Ciprés (Cruz y Lara 1981) caracterizándose por ser comunidades abiertas sobre turberas, en la cual el dosel arbóreo cubre menos de un 30% de la superficie y está dominado por *Pilgerodendron*, el cual generalmente domina en todos los estratos. El sotobosque está compuesto principalmente por *Tepualia stipularis* y *Nothofagus betuloides*.

Los bosques de “Ciprés – Tepú”, corresponden a bosques abiertos en el cual el dosel arbóreo está dominado por *Pilgerodendron*, con una estructura similar al “Bosque abierto de Ciprés”, pero con una cobertura menor al 10%. El estrato medio está constituido principalmente por *Tepualia stipularis* con una cobertura superior al 50%.

Ahora bien los bosque de “Tepú con Ciprés muy ralo” se caracteriza por pequeñas agrupaciones o árboles aislados de Ciprés cubriendo menos del 10% del dosel, creciendo en una masa enmarañada de Tepú, extremadamente densa cubriendo más del 80% del dosel. Esta masa se eleva hasta los 2 o 4 metros, altura a la cual los troncos y ramas adquieren una posición vertical. El estrato emergente de ciprés alcanza una altura promedio de 12 a 13 m. estando además presente *Nothofagus nitida* de mala forma.

La dinámica y regeneración de *Pilgerodendron* está escasamente estudiada (Donoso *et al.*, 2007), no obstante Cruz y Lara (1981) han caracterizado que la sucesión primaria es iniciada por la colonización de *Sphagnum spp.* En sitios planos con mal drenaje formando una hidrosere (Donoso, 1998), luego de la acumulación de materia orgánica proveniente del *Sphagnum spp.* y que las condiciones de drenaje mejoran, coloniza *Pilgerodendron*, formando los llamados “Bosques abiertos de Ciprés” con una abundante regeneración y por ende una gran mortalidad causada por las extremas condiciones del sitio.

A medida que el estado sucesional avanza y el sitio acumula más materia orgánica, se crean las condiciones para que *T. stipularis* y *N. betuloides* se establezcan. Dado el rápido crecimiento y las exigencias de nutrientes se genera un dosel muy denso lo cual restringe la regeneración de *Pilgerodendron* y forman los denominados “bosques de Tepú con Ciprés muy ralo”. En esta etapa de la sucesión, el sitio adquiere una condición méstica convirtiéndose más adelante en un “Bosque de Tepú” (Donoso *et al.*, 2007).

2.2 Conservación

A mediados del siglo XIX, las poblaciones de Ciprés empezaron a ser utilizadas por los colonos europeos que redujeron drásticamente su área de ocupación mediante quemados y habilitación de terrenos (Veblen y Ashton 1982; Szeicz *et al.*, 2003). A partir de esto se puede presumir extinciones ecológicas locales, disminuyendo considerablemente la superficie de este tipo de bosque.

Pilgerodendron abarca casi un millón de hectáreas a lo largo de su distribución, no obstante en su límite norte, y debido a sus características autoecológicas, se distribuye en sub-poblaciones muy distantes. Allnutt *et al.*, (2003) encontraron un considerable gradiente de diferenciación genética entre poblaciones. Los resultados de este estudio evidenciaron una pérdida de la variación genética en los últimos años. Debido a esto, sería de gran importancia la inclusión de patrones de diversidad genética en planes de conservación de esta especie (Allnutt *et al.*, 2003).

Existen pocos estudios sobre el estado de conservación de *Pilgerodendron*. En Argentina Rovere *et al.* (2002) realizaron un estudio sobre el estado de conservación de 10 poblaciones relictuales, en donde solamente tres de ellas no estaban protegidas institucionalmente, y en donde la mayoría presentaban problemas de conservación debido a la presencia de ganado. En Chile, diversos autores han estudiado el estado de conservación de *Pilgerodendron uviferum* en su distribución norte. Específicamente en la provincia de Valdivia y Chiloé. En las poblaciones de *Pilgerodendron* evaluadas, los autores concuerdan que la alta reducción del área basal debido a los incendios y a la extracción de madera, junto con factores como la presencia de ganado y existencia de plantaciones de rápido crecimiento en las inmediaciones, amenazan actualmente la persistencia de esta especie “Vulnerable” (Soto 2004; Bannister 2004; Villena 2006; Moreno 2007).

Institucionalmente *Pilgerodendron* está catalogada como “Vulnerable” por la Unión Internacional por la conservación de la Naturaleza “UICN” (Hechenleitner *et al.*, 2005). Un taxón se considera como tal, cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple cualquiera de los criterios “A” a “D” (Anexo 7). Para “Vulnerable” (VN) y por consiguiente, se considera que se está enfrentando a un alto riesgo de extinción en estado silvestre. Desde el año 1973 aparece en el apéndice I de la convención CITES en donde se prohíbe el comercio de esta especie amenazada (Farjon y Page, 1999; Rovere *et al.*, 2003; Allnutt *et al.*, 2003).

2.3 Dendroecología de *Pilgerodendron uviferum*

El término dendroecología se refiere a la utilización de métodos dendrocronológicos para resolver problemas en ecología (Fritts y Swetnam, 1989), enfocando el estudio del crecimiento de los árboles en función del tiempo y factores medioambientales, datando anualmente los eventos que ocurren en su entorno.

Los mismos autores plantean los principios básicos para practicar la dendroecología, en donde tres principios fundamentales dan pie al estudio dendroecológico: i) El principio de uniformismo, en donde la asociación entre características de los anillos y las condiciones ambientales en el presente dan a entender que las mismas condiciones dieron las características a los anillos del pasado; ii) El principio del factor limitante el cual está explicando de mejor manera el crecimiento de los anillos de crecimiento y iii) La datación cruzada la cual trata de sincronizar las variaciones en el crecimiento con una resolución anual, siendo corroborada estadísticamente.

En cuanto al estudio dendroecológico, *Pilgerodendron* no ha sido muy estudiado aún. La Marche *et al.* (1979) elaboró la primera cronología de *Pilgerodendron* y luego de este estudio se han elaborado pocos trabajos relacionados con el tema, enfocando el estudio en la parte central de su distribución (Szeicz *et al.*, 2000). Hasta el momento son 9 las cronologías elaboradas con los anillos de *Pilgerodendron*, especialmente de sitios elevados, incluyendo sitios en el límite altitudinal arbóreo. La cronología más larga es la de San Pablo de Tregua (Chile) que abarca desde el año 1301 hasta 1993. Debido a la ubicación de los sitios estudiados, dichas cronologías presentan a lo largo de su distribución una respuesta significativa frente a los cambios climáticos. Por ejemplo, las poblaciones ubicadas en la distribución sur presentan una respuesta positiva frente a las temperaturas de verano con lo cual se ha encontrado un incremento en las temperaturas a partir del siglo XX ya que existe un incremento en el crecimiento de los anillos (Szeicz *et al.*, 2000).

2.4 Historia de la Reserva

La Reserva Nacional Valdivia fue creada mediante el Decreto N° 47 del Ministerio de Bienes Nacionales de fecha 28 de enero de 1983. Está conformada por el predio fiscal denominado “La Romaza”, de una superficie aproximada de 9.727 hectáreas. El 25 de junio de 1997, la Corporación Nacional Forestal CONAF aprobó el Plan de Manejo de la Reserva Nacional Valdivia. No obstante la Reserva tiene mucho más historia que lo descrito por los documentos legales, dado que este territorio fue explotado a partir del siglo XIX, en donde empieza para la provincia de Valdivia una era de expansión agrícola, comercial e industrial, que posiblemente continúa hasta nuestros días (Montt 1971). “La llamada era de oro” trajo a Valdivia una amplia gama de actividades innovadoras que ya estaban regidas por el mercado exterior, como por ejemplo las curtiembres de cuero, las cuales quebraron debido a que en Alemania en el año 1898 gravaron un impuesto a la importación de cuero. Dicho suceso causó un efecto positivo en los bosques de Lingue ya que se consumían 200.000 quintales de corteza de lingue para abastecer la producción de cueros en la provincia, cosa que no fue muy favorable para los 800 obreros vinculados a este rubro (Guarda 2001).

Los lugareños de Catrilelfu, aseveran que hubo una época en que la madera del Ciprés de las Guaitecas era muy demandada por los productores de vino para utilizarlos como postes (polines) en la instalación de los viñedos. Dicha demanda por esa madera fue causada por la aprobación en 1902 de una ley que grava un impuesto robusto a la producción de alcohol bajo el falso pretexto que el alto consumo de bebidas alcohólicas explicaba la baja productividad de los obreros. Dicha ley fue elaborada netamente para el beneficio de los productores de vinos, ya que la ley no contemplaba a los vinos como bebidas alcohólicas (Guarda 2001) causando el crecimiento exponencial de la producción vitivinícola la cual llegó a colapsar en la crisis del año 1920, donde la expansión de terreno plantado llegó a su máximo a causa de que los precios del vino aumentaron el 100% con respecto al año 1919 (Mateu 2001).

Sin embargo el máximo acontecimiento en la comuna de Corral en la historia, fue la instalación de los Altos Hornos de Corral en el año 1907, la primera empresa siderúrgica en Latinoamérica y primera empresa siderúrgica a nivel mundial que usaba leña para el proceso de fundición. Su consumo de madera para una tonelada de lingote elaborado era de 8,35 metros cúbicos (Almonacid, 1998). La población de trabajadores dedicados a la explotación de los bosques alcanzaba a unas 500 personas, las que vivían en caseríos ubicados en las mesetas del fundo Quitalluto, cercanas a la Reserva Nacional Valdivia. En la actualidad el único testimonio de esta intensa actividad lo constituyen terrenos con restos de plantaciones de pino, bosques degradados y una gran cantidad de renovales. Con lo que en el año 1913, la empresa Altos Hornos de Corral obtuvo una concesión de bosques necesarios para su funcionamiento que incluía gran parte del área que en la actualidad constituye la Reserva Nacional Valdivia, y su funcionamiento culminó en el año 1958 debido a la instalación de otra siderurgia en Huachipato, o con el gran terremoto del año 1960 que destruyó gran parte de las instalaciones (Almonacid 1998; Skewes 2001).

3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

3.1 Área de Estudio

Este estudio se llevó a cabo en la Reserva Nacional Valdivia, ubicada en la cordillera de la costa entre las coordenadas 40°00' y 40°04' S y entre los 73°15' y 73°28' O (Riviera et al., 2002). Administrativamente se ubica en la Comuna de Corral, Valdivia, XIV Región de los Ríos (Anexo 2).

En esta zona, el clima es templado lluvioso con influencia estival mediterránea (Donoso, 1993), y los suelos de la Reserva Nacional Valdivia corresponden principalmente a las series Hueicolla y La Pelada (Frank y Finckh 2002).

En esta área se seleccionaron dos fragmentos de bosque denominados Espinillales y Catrilelfu, los cuales se encuentran en suelos correspondientes a la serie "La Pelada" (Anexo 2) Estos suelos están ubicados en una posición fisiográfica en forma de planicies con pendientes entre 2 a 5%, a una altitud entre 750 a 1.100 m s.n.m. El material parental proviene de esquistos metamórficos y la profundidad del suelo es baja, con un color pardo grisáceo a gris oscuro (2,5 Y; 5 Y). Ello responde a efectos de gleyización con lo cual genera un pH fuertemente ácido. La textura del horizonte "A" corresponde a un franco-arcilla-arenosa y el horizonte "B" corresponde a una arcilla limosa. El drenaje varía de imperfecto a moderadamente bueno. La capacidad de uso es "VII", en donde los factores limitantes son el clima y suelo (Frank y Finckh, 2002).

Espinillales (ESP) abarca cinco hectáreas con una forma alargada. Este sitio está situado en las coordenadas 40°02'21.7" S y 73°22'20.4" O a una altitud de 430 m s.n.m. y su accesibilidad es sumamente sencilla, ya que un camino secundario lo atraviesa (Anexo 2).

Catrilelfu (CAT) abarca una superficie cercana a 14 hectáreas en una forma más aovada que Espinillales. Este sitio está situado en las coordenadas 40°00'26.3" S y 73°24'43" O a una altitud de 606 m s.n.m., a unos 5 km de los Espinillales (Anexo 2). En cuanto a su accesibilidad, existe un camino secundario el cual pasa por el costado Norte, a menos de 100 m del borde del sitio.

La recolección de los datos en terreno se llevó a cabo en tres visitas a la reserva durante octubre del 2006, abril y septiembre del 2007 para categorizar el estado de conservación elaborando la caracterización del área de estudio (ESP y CAT), mediante una descripción visual de los rodales, tomando en cuenta factores como cercanía de caminos, vegetación circundante, condiciones de drenaje, presencia o ausencia de árboles semilleros, las condiciones de ecotono característicos. Además se cuantificaron y ponderaron factores que describen el estado de conservación como: recolonización, área basal muerta, signos de alteraciones visuales y la vitalidad del bosque.

3.2 Estructura, composición y dinámica del bosque

Para la caracterización de la estructura y composición del bosque, en cada sitio se establecieron tres parcelas de 400 m² (Figura 2), distanciadas entre 150 y 200 m según las condiciones del sitio, y en el interior de cada parcela se instalaron 15 sub-parcelas de 2 m² (2 x 1m) de forma sistemática en tres transectos internos, separadas cada 5 m entre transecto y cada 2 metros en el transcurso del transecto (Figura 2).

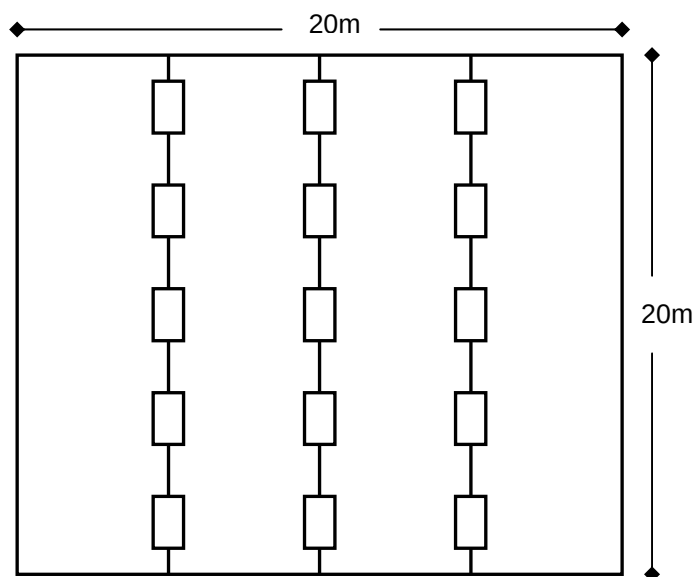


Figura 2. Diseño de las parcelas a utilizar en cada sitio de muestreo.

En las 45 sub-parcelas de cada sitio se cuantificó la composición florística mediante el valor de importancia relativo (VI). Dicho valor se calculó según el nivel de importancia de cada especie, tomando en cuenta la cobertura relativa y la frecuencia relativa de cada especie (Cottam y Curtis, 1956; Fraver *et al.*, 1999) mediante los criterios descritos por la escuela Montt-Pelier Braun-Blanquet (1950) (Cuadro 1), expresándolo en base al espectro taxonómico. La regeneración se cuantificó mediante el conteo de las plántulas mayores a 10 cm de altura y menores a 2 metros de altura con un DAP menor a 5 cm.

Cuadro 1. Escala de coberturas según los criterios de Braun Blanquet.

Escala de coberturas		promedio %
+	0 – 1%	0,5
1	1 - 5%	3
2	5 – 25%	15
3	25 – 50%	37,5
4	50 – 75%	62,5
5	75 – 100%	87,5

En cada parcela se midió el diámetro a la altura del pecho a 1,3 m (DAP), el diámetro de tocón a 0,3 m (DT) de todos los individuos sobre 5 cm de DAP y > 2 m de altura, y todos los individuos vivos < 5 cm de DAP y > 2 m de altura se contabilizaron como brinzales.

Con el objetivo de calcular los parámetros dasométricos de los individuos muertos y compararlos con los individuos vivos se ajustaron dos modelos de regresión lineal para poder estimar los diámetros a la altura de pecho DAP mediante el diámetro de tocón DAT. En ambos sitios el mejor modelo que explica la relación entre DAP y DAT fue el modelo lineal de segundo orden (Cuadro 2, Anexo 4), siendo estas dos funciones utilizadas solamente en aquellos individuos cortados.

Cuadro 2. Regresiones lineales por sitio.

sitio	Regresión lineal de primer orden		Regresión lineal de segundo orden	
	Función	R ²	Función	R ²
CAT n=78	DAP = 0,7014(DAT) + 0,9706	0,9715	DAP = -0,0024(DAT)^2 + 0,9052(DAT) - 1.0742	0,9836*
ESP n=87	DAP = 0,8061(DAT) - 1,3554	0,9205	DAP = 0,0043(DAT)^2 + 0,6602(DAT) - 0.30	0,9215*

(*) Mejor R² Funciones utilizadas para la reconstrucción de la estructura diamétrica de los sitios.

A cada individuo se le caracterizó en función de la vitalidad se diferenció de 1 a 3 según el porcentaje de copa muerta de cada individuo (Rovere *et al.*, 2002); (1): “Sano” <20% de la copa seca, (2): “Parcialmente seco” 20 y 80% de copa seca y (3): “Seco” >80% de la copa seca.

Para estimar la fecha de establecimiento de cada fragmento, se ubicaron 10 puntos de muestreo distribuidos en el interior de cada parcela, en total sumando 30 muestras por sitio, donde se saco un tarugo de incremento al individuo más cercano del punto previamente definido y a una altura de 30 cm.

También se elaboró la reconstrucción de la historia de perturbaciones de cada uno de los sitios de muestreo, mediante la obtención de tarugos de los individuos vivos de *P. uviferum* y *F. cupresoides* mayores a 25 cm ubicados en el borde del fragmento estudiado, infiriendo que las perturbaciones son representadas mediante las liberaciones y supresiones en el crecimiento radial. Dicha reconstrucción se realizó con 24 y 44 radios en Catrilefu y Espinillales respectivamente, los cuales se extrajeron a una altura de 1,3 m.

El procesamiento de los tarugos se llevo a cabo mediante el montaje en molduras de madera para luego pulirlas utilizando lijas de granulometría decreciente (150 a 1.200), para realizar una observación detallada de los anillos anuales bajo una lupa estereoscópica identificando los anillos indicadores y utilizando las técnicas descritas por Stokes y Smiley (1968). Luego se midieron los anillos con una precisión de 0,001 mm en un carro incremental conectado a un computador, en el cual se almacenaron

todas las series en archivos separados y se procedió a calcular la frecuencia de liberaciones y supresiones siguiendo la metodología descrita por Lorimer (1985) esta metodología plantea que una liberación o supresión se toma en cuenta solamente cuando en un determinado periodo el promedio del ancho de anillo anterior al cambio de crecimiento tenga un incremento o decrecimiento relativo mayor a 25% a 100% y cuando este patrón sea sostenido por lo menos 5 años o bien un periodo predefinido (Kitzberger *et al.*, 2000).

En este análisis, una liberación o supresión fue definida mediante el criterio del cambio de crecimiento (GC%) del 100% sostenido por 8 años. El mecanismo para identificar las liberaciones se estimó mediante el programa JOLTS, el cual utiliza la siguiente ecuación desarrollada en Nowacki y Abrams (1997) en donde se comparan secciones de ocho años anteriores y subsiguientes de un año en específico.

$$GC\% = (M2 - M1) / M1 * 100 \quad (3)$$

Por ejemplo; el “GC%” es el porcentaje de cambio en el crecimiento (Percentage Growth Change) entre el promedio de ocho años pasados y subsecuentes, “M1” es igual a la media de los ocho años pasados y “M2” es la media de los ocho años subsecuentes, es decir, para calcular el porcentaje de cambio de crecimiento GC% del año 1960 “M1” corresponde al periodo 1953 – 1960 y “M2” al periodo 1961 – 1968; y si “M1” corresponde al periodo 1954 – 1961 y M2 al periodo 1962 – 1969 se calcula el GC% del año 1961 y así continuamente con todas las series analizadas (Nowacki y Abrams 1997) (Figura 3).

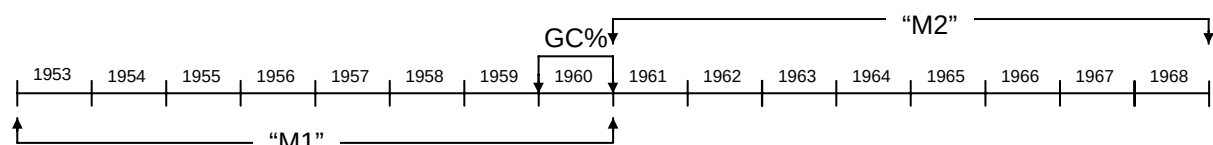


Figura 3. Diagrama temporal de cálculo del porcentaje de cambio en el crecimiento GC% para un año en específico.

3.3 Categorización del estado de conservación

La metodología empleada para categorizar el estado de conservación del bosque de *Pilgerodendron* se ajusta al método utilizado por Soto (2004) y Villena (2006), en donde se diferencian cuatro estados de conservación (Cuadro 3). Estos estados consideran las características de los factores más relevantes para el desarrollo del bosque.

Cada categoría propuesta en el Cuadro 3 son el resultado de la agrupación y ponderación de los siguientes factores explicativos para el estado de conservación: i) recolonización (brinzales), ii) relación porcentual del área basal viva y muerta. iii) cuantificación de alteraciones visibles (Anexo 3) y iv) vitalidad de los árboles de

Ciprés, de acuerdo al porcentaje de los árboles sanos más los parcialmente secos (Rovere *et al.*, 2002).

Cuadro 3. Categorización propuesta para el estado de conservación de *Pilgerodendron*.

Categoría		Descripción
1	Sin Problemas	Sin alteraciones aparentes.
2	En recuperación	Alteraciones antiguas, extracción y presencia de ganado leve. Se observa la recuperación del sistema.
3	Con problemas	Alteraciones antrópicas pasadas y presentes. (Baja regeneración)
4	Con graves problemas	Alteraciones de gran impacto causando la ausencia de regeneración.

Para la cuantificación de las variables que estiman el estado de conservación se consideró la amplitud de intervalos para cada una de las variables con el fin de agruparlas en cuatro categorías y para evitar la subjetividad en la asignación, lo que induciría a un panorama más crítico al evaluar el estado de conservación de estos rodales.

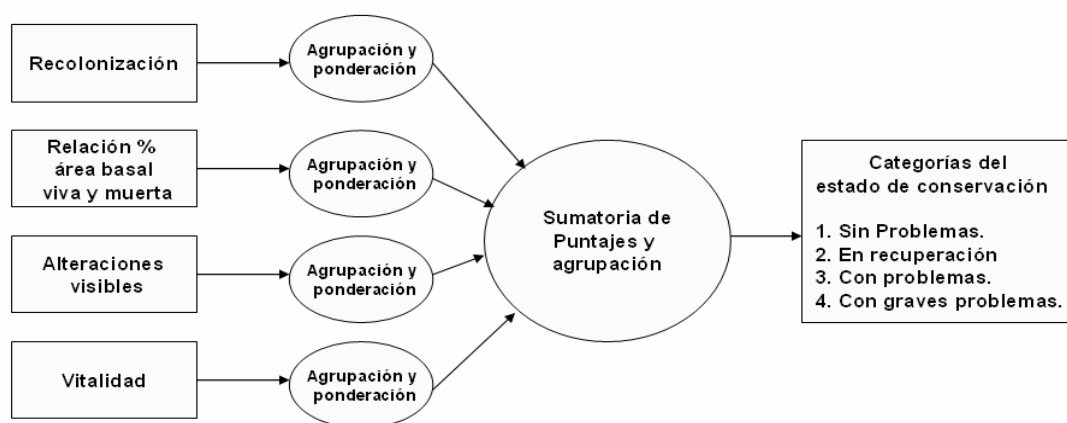


Figura 4. Modelo utilizado para categorizar el estado de conservación.

La cuantificación de la recolonización, se tomó en función de la abundancia de brinzales presentes en cada sitio, ya que dicha variable es un buen indicador del establecimiento o colonización en el bosque, ya que se trata de un bosque abierto de Ciprés y la gran densidad y variabilidad de plántulas sesgan la estimación cuando se agrupan en cuatro secciones (Cuadro 4).

Para estimar la amplitud del intervalo de la relación porcentual del área basal viva y muerta se utilizó el criterio A1, (b y c) de la UICN (Anexo 7), dicho criterio cataloga a una población cuando, en los últimos 10 años ha tenido una reducción del área ocupada o de cualquier índice de abundancia poblacional entre los siguientes rangos según categoría: > 90% “crítico”; entre 90 – 70% “en peligro”; y entre 70 – 50%

“vulnerable”. Sin embargo, en este caso la temporalidad que sugiere dicho criterio no es pertinente, ya que se trata de una especie longeva, con una historia de uso y degradación de varias décadas, en donde aún tienen mayor relevancia en las características de la población actual.

Las alteraciones presentes en cada sitio se establecieron de acuerdo a un análisis visual, donde se registran evidencias de alteraciones de manera cuantitativa, en forma de frecuencias enmarcadas en una escala de 1 a 4 siendo 1 la inexistencia de la alteración y aumentando el grado de alteración correlativamente. Dentro de las alteraciones evaluadas están los incendios, presencia de ganado, tránsito y situaciones de drenaje, las cuales están explicadas en el Anexo 3. La amplitud de los intervalos para las alteraciones se calculó con la ecuación 4, obteniendo de esta manera la amplitud de intervalo para las alteraciones.

$$\text{Amplitud de intervalo} = \frac{\text{graduación de alteración (4)} * \text{Nº de variables (4)}}{\text{Nº de categorías (4)}} \quad (4)$$

La vitalidad se cuantificó en base al porcentaje de individuos catalogados en la vitalidad “1” y “2” previamente descritas en el apartado 3.2, es decir, que entre mayor sea el número de individuos con una vitalidad “3”, automáticamente disminuye el porcentaje de individuos sanos y se obtiene un puntaje mayor (Cuadro 4) el cual representa un peor estado de conservación.

Cuadro 4: Clasificación de las variables estimativas del estado de conservación.

Factores	Puntos	Cuantificación
Recolonización	1	[4.508 – 3.381[
	2	[3.381 – 2.254[
	3	[2.254 – 1.127[
	4	[1.127 – 0]
Relación % AB Viva /muerta	1	[0 – 50[
	2	[50 – 70[
	3	[70 – 90[
	4	[90 – 100]
Alteraciones visibles	1	[0 – 4[
	2	[4 – 8[
	3	[8 – 12[
	4	[12 – 16]
Vitalidad	1	[100 – 75[
	2	[75 – 50[
	3	[50 – 25[
	4	[25 – 0]

En base a la puntuación definida por los intervalos, se procedió a promediar los puntajes de cada sitio, para catalogarlas según el estado de conservación (Cuadro 5). Para asignar el estado de conservación en función de los puntajes posibles y la cantidad de categorías propuestas, se calcula otro intervalo, en donde:

$$\text{Amplitud de intervalo} = \frac{\text{Máxima puntuación (16)} * \text{Mínima puntuación (4)}}{\text{Nº de categorías (4)}} \quad (5)$$

Cuadro 5. Asignación de categorías de conservación y el puntaje asociado.

Categoría	Puntaje agrupado
1	[4 - 7[
2	[7 - 10[
3	[10- 13[
4	[13 - 16]

Las categorías propuestas en el Cuadro 4 toman sentido, en el marco de la tipificación del estado de conservación de los bosques de *Pilgerodendron*, con las asignaciones entregadas en el Cuadro 5, ya que cada una de las variables asociadas a éste adquieren relevancia directa al estado que se le asigna.

No obstante teniendo en cuenta que cada factor no tiene la misma relevancia en este lugar de estudio se optó por ponderar a cada factor, en función de la recuperación del bosque y a los factores antrópicos que han afectado al sistema boscoso.

Cuadro 6. Ponderación de los factores explicativos del estado de conservación.

Factor Explicativo	Ponderación
Recolonización	35%
Relación % AB viva /muerta	20%
Alteraciones visibles	15%
Vitalidad	30%

La ponderación consistió en asignarle el 65 % de la puntuación total a los factores que explican la recuperación del bosque (Recolonización y Vitalidad) y el 35% a los factores que explican las alteraciones antrópicas (Relación porcentual entre el área basal viva y área basal muerta y las alteraciones visibles) (Cuadro 6).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La presencia humana ha dejado su rastro en el paisaje, indicando que en las tierras que actualmente pertenecen a la Reserva, fueron habitadas profusamente. La existencia de renovales y praderas dentro de ésta podrían ser elementos contundentes que explicarían el uso de estos sitios para la ganadería. Actualmente estas zonas constituyen áreas fuertemente degradadas y cubiertas con *Ulex europaeus* (Espinillo) (CONAF, 2002).

La vegetación existente en el costado N-O de los Espinillales, corresponde en su mayoría a renovales de canelo con alerce y alta presencia de *Ulex europaeus*. En el costado S-E existe una mayor presencia de alerce y prevalece la abundante dominancia de *Ulex europaeus*. A medida que el drenaje se torna menos restrictivo, en los bordes del sitio existe una mayor presencia de alerce (Frank y Finckh 2002). A su vez se pueden divisar algunos individuos de ciprés y alerce con cicatrices fustales atribuibles a incendios pasados ya que se existen restos de carbón alrededor de los individuos.

En el interior del sitio, el drenaje es menos restrictivo para alerce y canelo, pues el relieve presenta pendientes muy leves las cuales provocan que el nivel freático no siempre esté sobre el nivel del suelo. No obstante, el camino secundario que atraviesa Espinillales (Anexo 2) puede llegar a afectar el drenaje o el flujo de agua que naturalmente abastecía a una parte del sitio. Ello podría explicar la regeneración de ciprés y alerce, existiendo una asociación entre ambas (Donoso, 1993., Veblen y Ashton, 1982) habiendo parches muy densos de Espinillo y una alta frecuencia de individuos muertos en pie y cortados (Anexo 6).

En Catrilelfu la vegetación circundante en el costado Norte está ocupada por renovales de alerce con canelo, mientras que en el costado N-E existe mayor presencia de tepuales. En el costado S y S-O se observa una mayor presencia de alerces con coigües. En los bordes del sitio, el Ciprés, en comparación con alerce y tepú, se presenta en menor frecuencia, siendo estos pocos individuos de gran importancia para la diseminación de semillas al interior del sitio. De acuerdo a este aspecto es de importancia vital para la ecología de la regeneración (Donoso, 1993). Al igual que en ESP, es posible divisar algunos individuos de ciprés y alerce relativamente mayores con cicatrices fustales, atribuibles a incendios pasados. (Anexo 6).

En el interior del sitio, a diferencia de los Espinillales, el drenaje se torna bastante restrictivo para alerce y canelo, ya que gran parte del año el nivel freático está sobre el nivel del suelo, esto concuerda con lo demostrado por Frank y Finckh (2002) en donde señalan que existe mayor cantidad de *P. uviferum* cuando el índice de hidromorfía aumenta. Se encontró también un gran número de individuos de ciprés y algunos parches de tepú, en donde se observó una alta frecuencia de individuos muertos en pie o bien cortados, dando la impresión de una gran perturbación de origen antrópico (Anexo 6). No obstante, la estructura diamétrica y la regeneración existente sugieren que existe una recuperación del sistema.

4.1 Estructura, composición y dinámica del bosque

4.1.1 Composición florística

En ambos sitios se encontró una gran diversidad de plantas, en donde las clases Liliopsida, Magnoliopsida y Pteropsida ocupan el 70% del espectro taxonómico en cuanto al número de especies, mientras la importancia relativa es un tanto diferente ya que en Espinillales tienen un 80% de importancia y un 70% en Catrilelfu (Cuadro 7, Anexo 5).

Cuadro 7. Espectro taxonómico e importancia relativa por clase taxonómica en los sitios estudiados en la Reserva Nacional Valdivia.

División	Clase	Familia	Género	Especie	Importancia %	
					ESP	CAT
Pinophyta	Coniferopsida	2	3	3	4	13
Magnoliophyta	Liliopsida	5	8	13	43	44
	Magnoliopsida	13	16	16	33	22
Pteridophyta	Pteropsida	4	6	10	13	4
Briophyta	Bryopsida	3	4	7	4	10
	Sphagnopsida	1	1	2	1	2
Lycophyta	Licopsida	1	1	1	2	0
Marchantiophyta	Hepaticopsida	3	3	3	1	5
Total general	8	32	42	55	100%	100%

En ambos sitios se puede decir que el estrato inferior está dominado por la clase taxonómica Liliopsida (monocotiledóneas), las cuales en su gran mayoría están representadas por las familias Poaceae y Ciperaceae. En general existe una alta frecuencia y cobertura de *Chusquea uliginosa* cubriendo una gran parte de los sitios de muestreo (Anexo 5, Cuadro 7). Además en Catrilelfu se puede notar una alta importancia en la clase Coniferopsida la cual esta compuesta por solamente tres especies de las cuales esta dominando *P. uviferum*.

La presencia de “helechos película” de la familia Hymenophyllaceae difiere en cuanto al sitio de muestreo ya que en Espinillales existe solamente tres especies de dicha familia a diferencia de Catrilelfu que existen seis especies. En base a esto, y lo descrito por Bannister (2004), dicha familia se caracteriza por habitar sitios muy húmedos y sombríos, generalmente como epifitos dispuestos en los fustes de los árboles presentes, y como se describirá mas adelante, la abundante densidad arbórea en Catrilelfu, genera las condiciones perfectas para que estos helechos puedan habitar el sitio.

En base a los resultados del Cuadro 7, se puede observar que en Catrilelfu la importancia a nivel de clases taxonómicas esta mejor distribuida que en Espinillales, debido a que las clases taxonómicas como Briopsida y Hpaticopsida (musgos y hepáticas) son tres veces más importantes en Catrilelfu por lo que es un buen indicador de las diferencias entre sitios.

4.1.2 Regeneración arbórea

La regeneración arbórea en los Espinillales se compone de *P. uviferum*, con 73%, seguido por *F. cupressoides* con un 17% y un 10% de *Embothrium coccineum*, lo cual indica una clara dominancia de *P. uviferum* en cuanto la densidad de plántulas (Figura 5). Con respecto a la regeneración de Catrilelfu, esta se compone de *P. uviferum* con 61%, seguido por *Drimys winteri* con 32% y finalmente *Raukaua laetevirens* y *F. cupressoides* con el 5 y 2 %, respectivamente.

En los Espinillales existe una gran heterogeneidad en cuanto a la distribución espacial de la regeneración, debido a la ausencia de ésta en una parcela de muestreo. Este resultado se interpreta por la desviación estándar de la regeneración (Anexo 5, Cuadro 6) que sobrepasa la media de los tres sitios, a diferencia de Catrilelfu donde las tres parcelas registraron una abundante regeneración. Este resultado concuerda con lo observado por Cruz y Lara (1981), en donde reportan que la escasa regeneración y la mala distribución de plántulas se deben a la alteración de las propiedades físico-químicas del suelo, las cuales fueron provocadas por las perturbaciones pasadas.

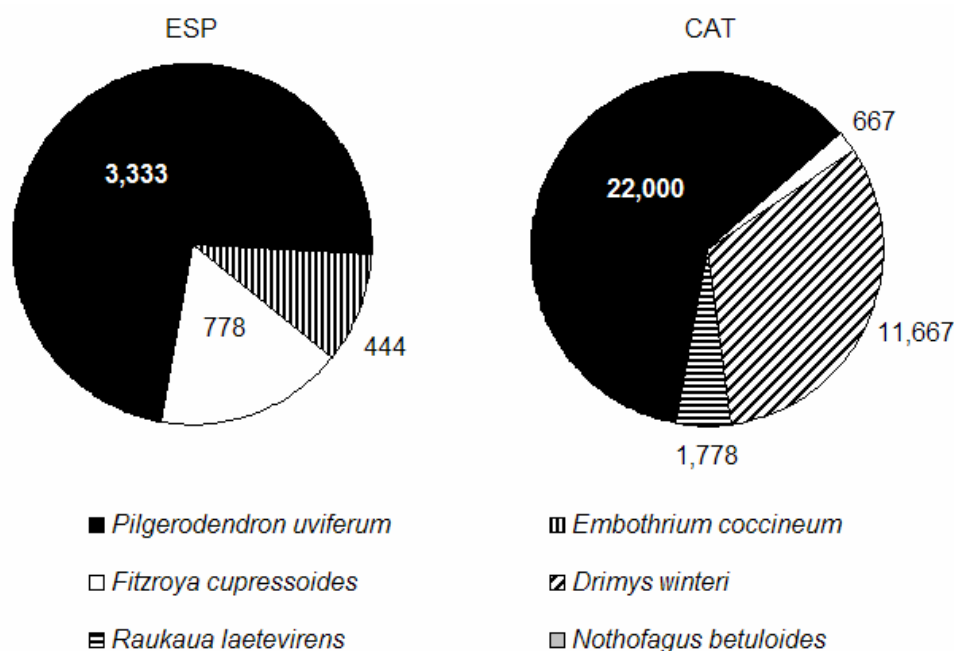


Figura 5. Densidad de plántulas (> 10 cm y < a 200 cm) de ambos sitios, Espinillales (ESP) y Catrilelfu (CAT). Se indica el número de individuos de cada especie por hectárea.

En Espinillales, la composición de especies arbóreas en forma de brinzales está distribuida en partes semejantes, en donde *P. uviferum* representa el 45% y *F. cupressoides* un 36 % (Figura 6), a diferencia de Catrilelfu en donde *P. uviferum* domina con un 81% de los brinzales (Anexo 5, Cuadro 5).

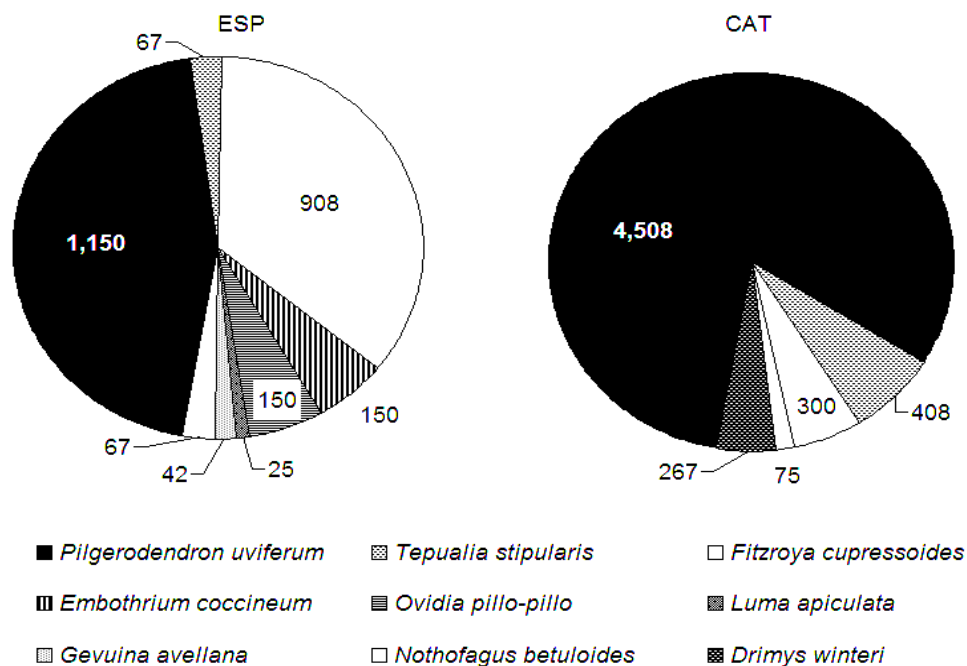


Figura 6. Densidad de brinzales en ambos sitios de estudio; Espinillales (ESP) y Catrilelfu (CAT). Se indica el número de individuos por hectárea de cada especie.

En cuanto a la probabilidad de éxito de la regeneración, la proporción entre plántulas y brinzales es del 24%. Sin embargo, esta relación muestra sólo una tendencia del reclutamiento de individuos y la mortalidad asociada a éste. Sin embargo existe una diferencia en densidad cercana a un orden de magnitud entre Catrilelfu y Espinillales. Tal diferencia en magnitud explica la competencia que *P. uviferum* tiene en ambos sitios, ya que en el sitio Espinillales está compitiendo con *F. cupressoides* y en Catrilelfu está compitiendo con individuos de su misma especie, asegurando así su permanencia en el sitio.

En función de la abundancia relativa en Espinillales, *P. uviferum* presenta el 73% de plántulas, 45% de brinzales y 37% de árboles, lo cual sugiere un aumento en el reclutamiento de plántulas con respecto a *F. cupressoides* quien abarca tan solo el 17% de plántulas, lo cual es bajo si se compara con el 36% de brinzales y el 60% de árboles (Figura 6), indicando que existe un cambio en las condiciones de sitio para que el reclutamiento de *P. uviferum* tenga una tendencia positiva. Esto concuerda con lo visto por Veblen y Ashton (1982) y Cruz y Lara (1981), en donde describen que *P. uviferum* puede llegar a desplazar a *F. cupressoides* cuando las condiciones de sitio llegan a ser muy restrictivas y con problemas de drenaje.

4.1.3 Estructura de tamaños de especies arbóreas

El sitio Espinillales consta de una composición bastante peculiar de la Cordillera de la Costa (Cruz y Lara, 1981; Donoso *et al.*, 2007), siendo *F. cupressoides* la especie más abundante abarcando un 60 % de la densidad arbórea, seguido por *P. uviferum* con un 37% y por último con un 2% *Nothofagus betuloides*.

En la Figura 7 y Cuadro 8 se puede observar la ausencia de *P. uviferum* a partir de los 15 cm de DAP, a diferencia de *F. cupressoides* que está presente hasta los 25 cm de DAP. En cuanto a la distribución de tamaños el 77% de los individuos en los Espinillales corresponden a individuos que no sobrepasan los 10 cm de DAP, lo cual ubica a este bosque en un estado sucesional temprano. Así también, la presencia de *Nothofagus betuloides*, a pesar de su baja densidad, exhibe cierta capacidad de permanencia debido a que existen individuos superiores a los 20 cm de DAP. Esto a su vez indica que es un hábitat con restricciones de drenaje marginales, ya que *F. cupressoides* no presenta mayor problema en habitar el sitio.

Cuadro 8. Tabla de rodal promedio de las tres parcelas del sitio Espinillales.

ESPINILLALES								
spp	<i>Pilgerodendron uviferum</i>		<i>Fitzroya cupressoides</i>		<i>Nothofagus betuloides</i>		Total	
DAP	n/ha ¹	AB	n/ha	AB	n/ha	AB	n/ha	AB
7,5	225	0,81	267	1,09	8	0,02	500	1,91
12,5	17	0,21	100	1,15	0	0	117	1,36
17,5	0	0	8	0,24	0	0	8	0,24
22,5	0	0	17	0,59	8	0,32	25	0,90
27,5	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	242	1,02	392	3,06	17	0,34	650	4,41

En el Cuadro 9 se muestra la tabla de rodal que representa al bosque de Catrilelfu, el cual tiene una estructura diamétrica en donde el 90% de los individuos no sobrepasan los 10 cm de DAP, indicando que se encuentra en un estado sucesional temprano al igual que el bosque de los Espinillales.

En la composición arbórea de Catrilelfu, *P. uviferum* es la especie dominante abarcando el 92% de los individuos seguido por *F. cupressoides*, *N. betuloides* y *Drimys winteri*, representados por el 5, 3 y 1%, respectivamente.

Pilgerodendron uviferum ocupa el 76% del área basal a diferencia de los Espinillales en donde es de tan solo el 25 %. En base a lo descrito por Cruz y Lara (1981) y Veblen y Ashton (1982), la diferencia en la composición y estructura de estos bosques se debería a que en Catrilelfu las condiciones de sitio pueden ser lo suficientemente restrictivas para que *F. cupressoides*, *N. betuloides* y *D. winteri*, no puedan competir exitosamente con el ciprés

¹ N/ha = Número de árboles por hectárea, AB = Área basal por hectárea

Cuadro 9. Tabla de rodal del sitio Catrilelfu.

CATRILELFU										
Spp	<i>Pilgerodendron uviferum</i>	<i>Fitzroya cupressoides</i>	<i>Nothofagus betuloides</i>	<i>Drimys winteri</i>	<i>Total</i>					
DAP	n/ha	AB	n/ha	AB	n/ha	AB	n/ha	AB	n/ha	AB
7,5	783	2,90	33	0,12	17	0,07	0	0	833	3,10
12,5	50	0,45	8	0,10	0	0	0	0	58	0,55
17,5	8	0,25	0	0	0	0	0	0	8	0,25
22,5	0	0	0	0	0	0	8	0,36	8	0,36
27,5	0	0	0	0	8	0,48	0	0	8	0,48
Total	842	3,62	42	0,23	25	0,55	8	0,36	917	4,75

Dadas las excelentes características de la madera del *P. uviferum* y *F. cupressoides* en cuanto a su durabilidad, fue posible registrar la ocupación actual de los individuos muertos en términos de su área basal, el cual permite dimensionar la severidad de las perturbaciones pasadas.

Cuadro 10. Resumen de los parámetros dasométricos en cada sitio, contrastando la estructura de los individuos vivos y los muertos.

Especie	Estado Vital	Catrilelfu			Espinillales		
		Vivo	Muerto	Total	Vivo	Muerto	Total
<i>Pilgerodendron uviferum</i>	N/ha	842	708	1.550	242	758	1.000
	DMC ² (cm)	7,4	12,7	10,2	7,3	14,4	13,1
	AB (m2/ha)	3,62	9,05	12,67	1,02	12,49	13,50
	% área basal	29%	71%	100%	8%	92%	100%
<i>Fitzroya cupressoides</i>	N/ha	42	442	483	392	358	750
	DMC (cm)	8,3	22,5	21,6	9,9	23,3	17,6
	AB (m2/ha)	0,23	17,61	17,84	3,06	15,36	18,42
	% área basal	1%	99%	100%	17%	83%	100%
<i>Nothofagus betuloides.</i>	N/ha	25	-	25	17	-	17
	DMC (cm)	17	-	17	16	-	16
	AB (m2/ha)	0,55	-	1	0,33	-	0,33
	% área basal	100%	-	1	100%	-	1
<i>Drimys winteri</i>	N/ha	8	-	8	-	-	0
	DMC (cm)	24	-	24	-	-	0
	AB (m2/ha)	0,36	-	0,36	-	-	0
	% área basal	100%	-	100%	-	-	0

Al contrastar el área de ocupación de los individuos vivos con los muertos (Cuadro 7), observamos que la relación entre el área de ocupación de los individuos muertos es mucho mayor a la ocupada por los individuos vivos, siendo en ambos sitios el 86% del área basal representada por los individuos muertos, lo cual indica que

² DMC. Equivale al diámetro del árbol con un área basal media.

existió una reducción muy importante en el momento de la o las perturbaciones. Esto tomando en cuenta que una alta proporción del área basal viva pertenece a los individuos que están recolonizando el sitio, después de una intensa reducción a comienzos del siglo XX, asociado a la activación Industrial y agrícola de la comuna de Corral con la instalación de los Altos Hornos de Corral (Almonacid, 1998; Guarda, 2001).

Evidencias como tocones cortados con sierra a una altura cercana a un metro, raíces descubiertas, y la ausencia del suelo orgánico, sugieren que la pérdida de las características de sitio típicas de estos bosques de *Pilgerodendron* (Donoso, 1993) fueron causadas por incendios pasados, los cuales mediante la combustión y posterior erosión de dicha capa orgánica estaría influyendo en las condiciones de sitio actuales, dando forma al actual bosque (Anexo 6).

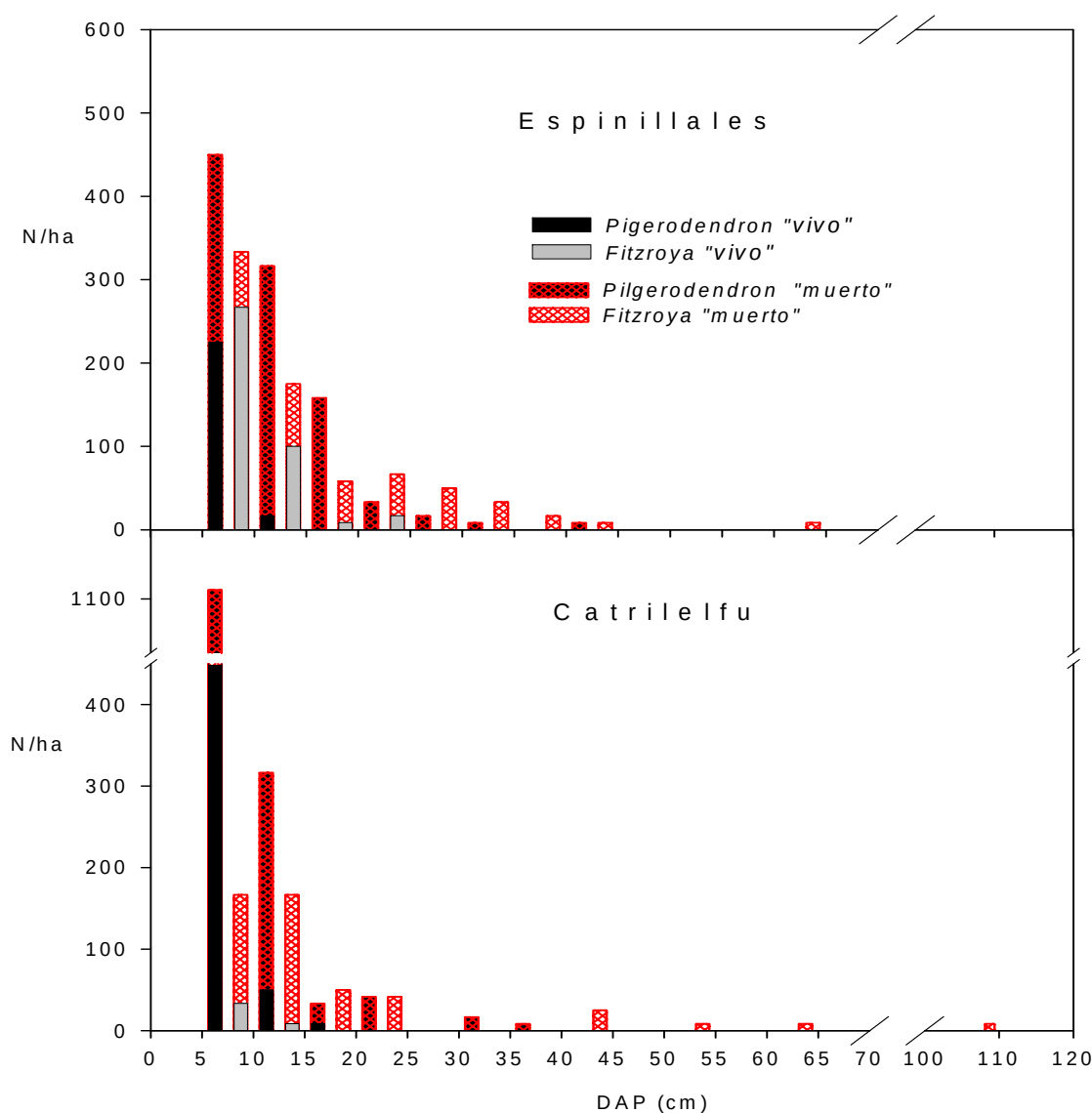


Figura 7. Distribución diamétrica promedio de las tres parcelas muestreadas en cada sitio. Se diferencian individuos vivos y muertos por especie.

Acorde con estos resultados, es evidente una perturbación catastrófica en ambos sitios. Sin embargo, los efectos de estas son diferentes en cada una de las condiciones, signo de esto es la abundancia de individuos en Espinillales la cual es relativamente menor que en Catrilelfu, debiéndose a que posiblemente los incendios pasados, afectaron las condiciones de sitio y micrositio.

4.1.4 Vitalidad del bosque

Estos bosques se caracterizan por tener el 80% de los individuos con más del 20% de su copa viva. Sin embargo, existen diferencias entre sitios, ya que Catrilelfu presenta un 30% de individuos con menos del 20% de su copa viva, a diferencia de Espinillales que menos del 9% de los individuos presentan sus copas secas (Anexo 5, Cuadro 2). Esta variación se explica ya que en Espinillales, los individuos están sujetos a menor competencia por espacio, debido a que existe menor densidad poblacional, y como se mencionó anteriormente, la densidad de brinzales de este sitio es casi cuatro veces menor que en Catrilelfu, dando un buen indicio de las diferencias espaciales de cada sitio.

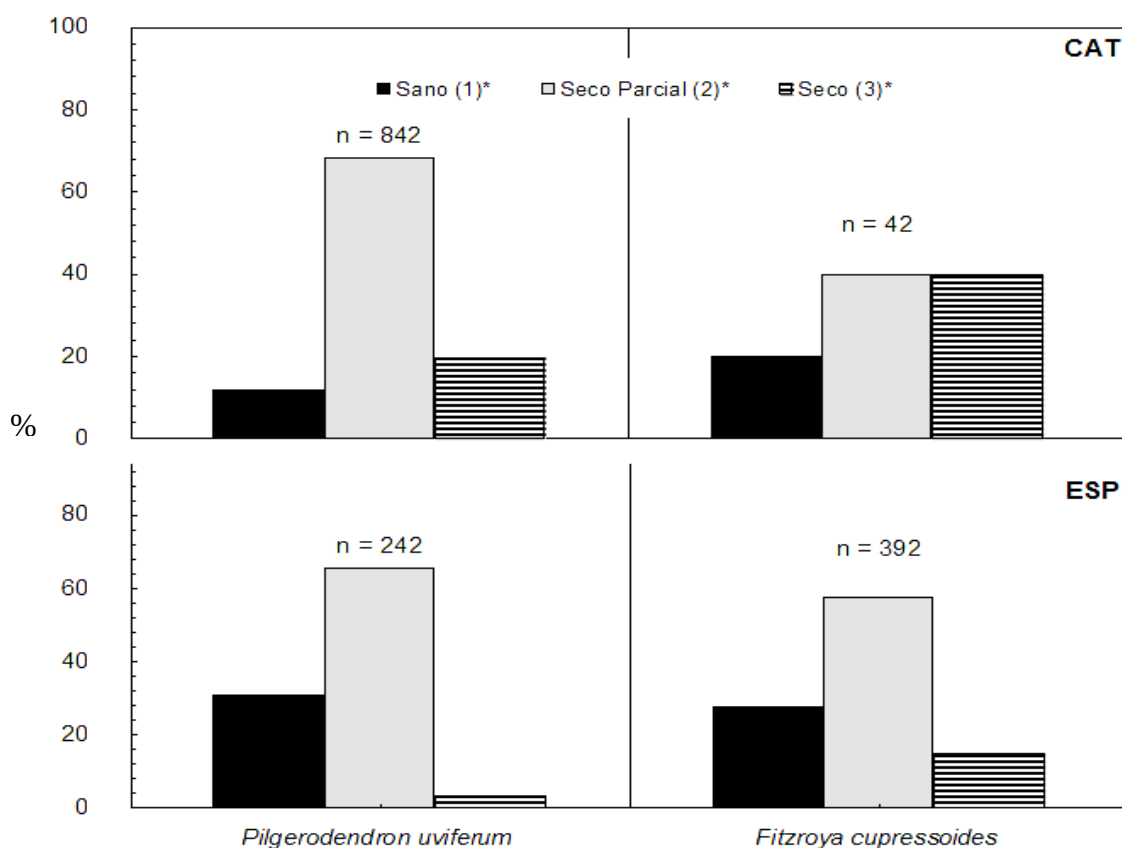


Figura 8. Estado vital de *Pilgerodendron uviferum* y *Fitzroya cupressoides* según las categorías utilizadas por Rovere et al. (2002). (1*): Menos del 20% de la copa seca, (2*): entre un 20 y 80% de copa seca y (3*): más de un 80% de la copa seca.

Como lo menciona Rovere (2003), es importante este análisis de vitalidad, ya que se puede inferir cuál de las especies presentes tendrá mayor éxito en un futuro. Según este criterio un individuo con una copa sana, tendrá mayor crecimiento que uno con menor potencial fotosintético. En base a esto se podría especular que *P. uviferum* tiene ventajas sobre *F. cupressoides* (Figura 8) ya que éste, en ambos sitios, presenta mayor porcentaje de individuos secos.

4.1.5 Establecimiento y dinámica del bosque

El bosque estudiado en los Espinillales inició su establecimiento en la década de 1920. Este pulso de establecimiento se debe al despeje del bosque por medio del fuego y posteriormente a la extracción de la mayoría de los individuos de *Pilgerodendron uviferum* y *Fitzroya cupressoides* (Figura 9).

Espinillales se compone por un cohorte (Figura 9) el cual está constituido en proporciones semejantes de *P. uviferum* y *F. cupressoides*. Esta situación es poco común para ambas especies, porque generalmente presentan diferencias competitivas en cuanto al drenaje, ya que *P. uviferum* tiene ventajas sobre *F. cupressoides* en sitios con restricciones de drenaje (Donoso, 1993; Lara *et al.*, 2006; Soto *et al.*, 2007). Dicha situación podría ser explicada por el sutil relieve y a la pérdida de suelo causado por el fuego que afectó las condiciones edáficas (Szeicz *et al.*, 2003), proporcionando las condiciones para que las dos especies colonizaran.

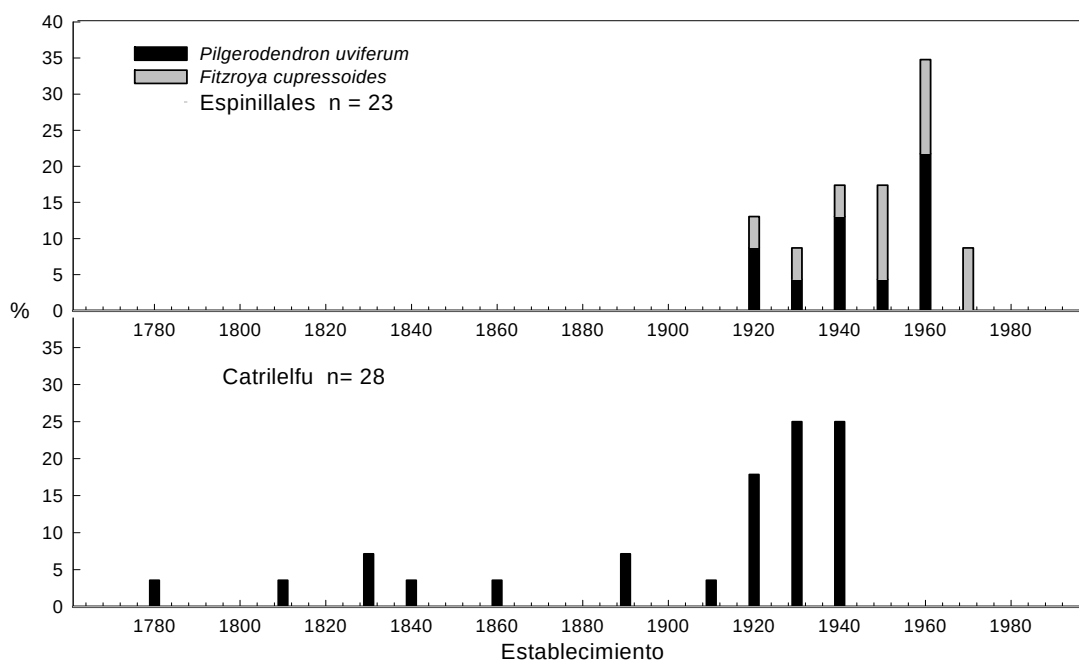


Figura 9. Décadas de establecimiento de *Pilgerodendron* y *Fitzroya* en Espinillales y Catrilelfu.

El bosque de Catrilelfu posee individuos de *P. uviferum* remanentes que se establecieron en la década de 1780. Sin embargo, presenta un pulso de

establecimiento a partir de la década de 1910. A diferencia del sitio Espinillales, no ha sido recolonizado por *F. cupressoides* (Figura 9). Esto podría deberse a que el régimen de drenaje ofrece las condiciones para que *P. uviferum* tenga mayor éxito que otras especies (Donoso, 1993; Frank y Finckh, 2002; Lara *et al.*, 2006).

Dadas las capacidades de estas especies para mantener su crecimiento ante condiciones ambientales muy exigentes, es importante dimensionar el crecimiento de dichas poblaciones (Cuadro 11) y así analizar la dinámica del bosque.

Cuadro 11. Variables de crecimiento radial de *Pilgerodendron uviferum* y de *Fitzroya cupressoides* en bordes de los sitios de muestreo.

Crecimiento radial (mm/año)	<i>Pilgerodendron</i>		<i>Fitzroya</i>	
	ESP	CAT	ESP	CAT
IMA.	0,66	0,52	0,91	0,34
Desv. Est.	0,41	0,27	0,48	0,09
Máximo.	1,31	1,04	1,80	0,49
Mínimo.	0,11	0,27	0,31	0,22
(N) muestra.	31	15	11	8

Szeicz (1997) registra en la región de Aisén, un ancho de anillo promedio de 0,35 mm para *Pilgerodendron* lo cual no se aleja de los resultados obtenidos en este estudio, registrando para *Pilgerodendron* un ancho promedio de 0,45 mm y 0,51 mm para *Fitzroya*. Esto indica que los crecimientos en la Reserva son bajos, ya que lo descrito por Szeicz (1997) corresponden a individuos que permanecen al límite altitudinal arbóreo lo cual implica condiciones más extremas a los estudiados en la Reserva.

Además es notable la gran variabilidad en los incrementos medios en ambos sitios, que estaría explicado por cambios abruptos en el crecimiento, definidos como liberaciones o supresiones. Sin embargo si analizamos el conjunto de anillos, encontramos que más del 75% de los anillos de crecimiento están bajo el IMA promedio lo cual sugiere que son pocos los anillos que son grandes en relación al anillo común, ajustándose con lo descrito por Black y Abrams (2004), en donde encontraron que entre menor sea el incremento anual del árbol, el cambio en el crecimiento después de una perturbación es más abrupto.

Como se observa para la década de 1890, una gran cantidad de individuos ubicados en los bordes de ambos sitios presentan un aumento en el crecimiento de más del 100% con respecto a los años anteriores (Figura 10). Esta liberación sugiere que alguna perturbación provocó el pulso de establecimiento que generó un nuevo cohorte de *P. uviferum* y *F. cupressoides*.

Lorimer (1989) relaciona la intensidad de la perturbación en función del número de individuos que se liberan de una supresión, conforme a esto, se puede decir que en ambos sitios de estudio en la década de 1890 hubo una perturbación de gran escala (Figura 10), probablemente causada por fuego ya que en esa época según Veblen y

Ashton (1982), los colonos quemaban los bosques para luego cosechar la madera *F. cupressoides* y *P. uviferum*.

Posterior a la década de 1890 se puede identificar en Espinillales un alto porcentaje de individuos que a lo largo del siglo XX, presentan cambios en el crecimiento ya sea por liberación o supresión de modo tal que se torna mucho más notable a partir de la década de 1930 hasta la década de 1960, sugiriendo que existe un aumento de la frecuencia de perturbaciones a nivel de dosel.

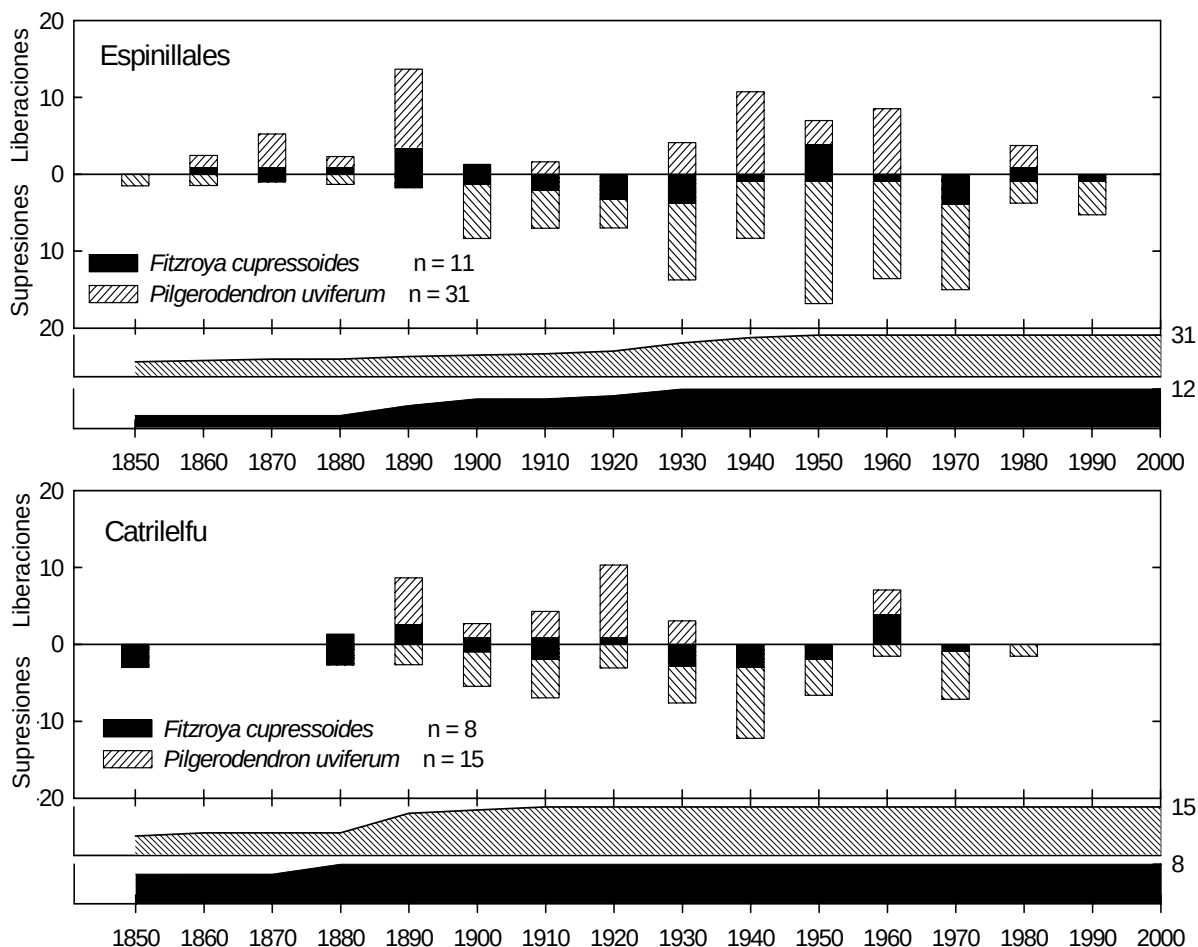


Figura 10. Frecuencia de liberaciones y supresiones de individuos de *Pilgerodendron* y *Fitzroya* en la Reserva Nacional Valdivia.

A diferencia de Espinillales, en Catrilelfu sobresalen las décadas de 1920, 1940 y 1960 lo cual a simple vista pareciera que tiene una menor frecuencia de perturbaciones, no obstante la década de 1920 y 1960, se atribuye una perturbación de origen antrópico por medio de la remoción de una alta cantidad de individuos vivos.

A partir de 1850 al 2000, de las 42 series analizadas en Espinillales 35 presentaron liberaciones y 36 mostraron supresiones. Sumando 53 liberaciones con un factor medio de 2,43, es decir que el promedio de liberaciones presenta un cambio de crecimiento (GC%) de 143% sostenido en 8 años con respecto a los 8 años anteriores. En el caso de las supresiones sumaron 58 en total.

En Catrilelfu de las 23 series analizadas en el mismo periodo, solamente 19 presentaron liberaciones y todas presentaron supresiones, sumando en total 37 liberaciones con un factor medio de 2,37, es decir presenta un GC% de 137% y en el caso de las supresiones fueron 45 en total.

4.2 Categorización del estado de conservación

En estos estudios es necesario llegar a un resultado concreto y categórico con el fin de poder identificar cuáles son los factores más relevantes que determinando el estado de conservación del bosque. Para el caso particular de estos dos Cipresales en la Reserva Nacional Valdivia, el sitio Catrilelfu fue clasificado “En recuperación” (2) y Espinillales “Con problemas” (3) (Cuadro 12).

Cuadro 12. Recuento ponderado de cada uno de los factores analizados que representan la categoría del estado de conservación de los bosques de *Pilgerodendron uviferum* en la R.N.V.

Sitio	Puntuación según los factores explicativos				Puntaje	Categoría
	Recolonización brinzales	Vitalidad	Área basal V/M	Alteraciones visibles		
ESP	4.2	1.2	3.2	2.4	11.0	3
CAT	1.4	1.2	2.4	2.4	7.4	2
Ponderación %	35	30	20	15		

Se presenta el cuadro con la puntuación ponderada ya que en ambos casos se obtiene el mismo resultado (Anexo 3, Cuadro 1).

Los factores decisivos en la categorización del estado de conservación fueron la recolonización y la relación porcentual entre la ocupación de los individuos vivos y los muertos. Ello explica entonces, que ambos sitios comparten las mismas características en cuanto a vitalidad, obteniendo el mismo puntaje.

Dado a que ambos sitios están relativamente cercanos, las alteraciones visibles son muy similares (Anexo 3, Cuadro1). Sin embargo, la gran diferencia en la puntuación de la recolonización recae en que en Espinillales existe una gran invasión de *Ulex europeus* y en el estrato arbóreo lo comparte con *F. cupressoides*, a diferencia de Catrilelfu en donde está recolonizando sólo *P. uviferum*.

Por ello Catrilelfu resultó con mejor estado de conservación, ya que si bien existe competencia intraespecífica, no existe competencia interespecífica, la cual en un futuro puede excluir a *P. uviferum*, efecto que según lo analizado anteriormente es poco probable ya que existe una dominancia de las plántulas de *P. uviferum*.

En cuanto a la ponderación de cada factor explicativo, se decidió asignar un 65% a los factores que explican la recuperación del bosque y un 35% a factores de origen antrópico (Cuadro 12). Ello debido a la ubicación de estos bosques en una Reserva Nacional. Este criterio debe ser variable en cada área de estudio, ya que en sitios como los estudiados por Soto (2004); Banister (2004); Villena (2005); Moreno (2006) parece ser de mayor relevancia factores de origen antrópico, por el echo de estar insertos en una matriz de uso intensivo. Esto genera efectos colaterales que pudiesen impedir la recuperación de este tipo de bosque, como por ejemplo: el ramoneo de las plántulas, el cambio de uso del suelo y la eliminación de fuentes de semilla (Rovere, 2003; Soto *et al.*, 2007), situación que afortunadamente en la Reserva Nacional Valdivia no es limitante.

Este estudio logra el objetivo de dimensionar y evaluar las principales presiones y alteraciones a las que están sujetos los bosques fuera de las reservas ya que constantemente están frenando el proceso de recuperación. A modo de ejemplo Soto (2004) menciona un sitio con escasa regeneración, la que se debería a la alteración del drenaje causadas por la matriz de uso intensivo, al cambio de uso del suelo y a la confección de obras que comprometen la geomorfología, en donde conservar las propiedades físico-químicas del suelo es fundamental para poder facilitar la recuperación de estos bosques. En base a esto y haciendo referencia a Espinillales, el cual es disectado por un camino (Anexo 3), significa un cambio drástico en el drenaje del fragmento presentando grandes cambios en el flujo de agua, el cual es de vital importancia para la persistencia de *Pilgerodendron*.

Dado que *P. uviferum* posee una gran importancia genética (Allnutt *et al.*, 1999; Premoli *et al.*, 2001; Rovere 2003) y que son poblaciones que a los largo de la historia han logrado adaptarse a grandes cambios climáticos (Villagran 1988), hace de mayor importancia las poblaciones discontinuas ubicadas en el extremo latitudinal norte ya que pertenecen a poblaciones genéticamente distintas y con baja variabilidad genética (Premoli *et al.*, 2001) producto de la reducción poblacional a la que han sido sujetas. Esto ha resultado probablemente que los fragmentos remanentes caigan en una situación de deriva genética. Así que de las dos poblaciones estudiadas en la Reserva Nacional Valdivia dudosamente existe un intercambio genético ya que están inmersas en una matriz de renovals de canelo espinillo y alerce. Ahora bien ¿que se podría esperar del flujo genético de *Pilgerodendron* en el resto de los fragmentos situados en una matriz de propiedad privada en donde dominan las tierras de uso intensivo?

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los bosques de *Pilgerodendron* en la Reserva Nacional Valdivia están en un proceso de recuperación que ha demorado cerca de un siglo, queriendo decir que las perturbaciones pasadas no lograron sobrepasar la resiliencia de este ecosistema.

La masiva reducción poblacional de estos bosques de *Pilgerodendron*, junto con la pérdida de suelo en Espinillales son factores que han llevado a este rodal a un estado marginal en el cual es difícil vaticinar el futuro de este bosque ya que cabe la posibilidad de que *Fitzroya cupressoides* lo desplace.

La abundante regeneración en Catrilelfu indica que las perturbaciones pasadas no fueron tan drásticas como en Espinillales proporcionando las condiciones adecuadas para el establecimiento de esta nueva cohorte.

Dado que en el sitio Espinillales ha sido fuertemente alterado y además ha sido invadido por *Ulex europeus*, es necesario estimar cual es el efecto de esta agresiva especie invasora, frente a la recuperación del bosque.

La utilización de estudios dendroecológicos es de gran relevancia ya que así si se podría estimar la real reducción poblacional a una escala temporal y con eso hacer las relaciones con la intensidad y frecuencia de las perturbaciones pasadas, ya que las condiciones de este bosque están suficientemente estables.

El crecimiento de estos bosques presenta gran variabilidad en el incremento radial, lo cual sugiere una alta frecuencia de perturbaciones antropogénicas pasadas.

Viendo el problema de conservación desde la perspectiva de especie y teniendo en cuenta que han sido fuertemente devastadas, es necesario darle mayor prioridad a esta especie la cual esta fuertemente amenazada por factores antrópicos.

En el caso de restaurar o bien dejar que un bosque de *Pilgerodendron* se recupere es de vital importancia mantener las condiciones físico-químicas del suelo, evitando las alteraciones en el balance hídrico.

Las decisiones políticas a comienzos del siglo XX, como la Activación Industrial de 1900, la cual dio origen a los Altos Hornos de Corral, tienen mayor relevancia en la utilización de los recursos naturales ya que la sociedad en su totalidad depende de ellos para su subsistencia.

Estos bosques están creciendo a una tasa muy pequeña con lo cual se requieren al menos 130 años más para que estos bosques de *Pilgerodendron* lleguen a tener una estructura similar a la que tenían antes de ser devastados.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Allnutt, T; A. C. Newton; A. Premoli; A. Lara. 2003. Genetic variation in the threatened South American conifer *Pilgerodendron uviferum* (Cupressaceae), detected using RAPD markers. *Biological Conservation* 10(1): 9-18.
- Almonacid, F. 1998. Valdivia, 1870-1935. Imágenes e historia. 2ª Edición. Valdivia: Universidad Austral de Chile.
- Bannister, J. 2004. Estado de conservación de *Pilgerodendron uviferum* (D. Don) Florin, en el área norte de la Cordillera de Pirulil, Isla Grande de Chiloé, X región. Trabajo de titulación para Ing. Forestal. Valdivia (Chile), Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias forestales. 47 p.
- Cottam, G. & Curtis, J. 1956. The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology*, 37, 451–460.
- Cruz, G. y Lara, A. 1981. Tipificación, cambio de estructura y normas de manejo para Ciprés de las Guaitecas (*Pilgerodendron uviferum* (D. Don) Florin,) en la Isla Grande de Chiloé. Tesis, Fac. de Cs. Forestales, U. de Chile, Santiago.
- Donoso, C. 1993. Bosques templados de Chile y Argentina: Variación, Estructura y Dinámica "Ecología Forestal, 3ra (ed). Editorial Universitaria, Santiago, Chile.
- Donoso, C. 2005. Árboles nativos de Chile: Guía de reconocimiento. 4ª Ed. Valdivia (Chile), Marisa Cuneo. 136 p.
- Donoso, C. 2007. Las especies arbóreas de los bosques templados de Chile y Argentina. *Auroecología*, 1ª Ed. Valdivia (Chile), Marisa Cuneo. 678 p.
- Frank, D y Finckh, M. 2003. Elaboración de un Sistema de Indicadores de Sitios para los Bosques de la Reserva Nacional Valdivia, Ifanos Chile S.A.
- Fritts, H.C. y T.W. Swetnam. 1989 Dendroecology: a tool for evaluating variations in past and present forest environments. *Advances in Ecological Research*, 19: 111–188.
- Guarda, G OSB. 2001. Nueva Historia de Valdivia. Ediciones Universitarias, Universidad Católica de Chile.
- Gutiérrez, A; J. Armesto; J. C. Aravena. 2004. Disturbance and regeneration dynamics of an old-growth North Patagonian rain forest in Chiloé Island, Chile. *Journal of Ecology*, 92: 598–608.

- Hechenleitner, P.; M. Gardner; P. Thomas; C. Echeverría; B. Escobar; P. Brownless; C. Martínez. 2005. Plantas Amenazadas Del Centro-Sur de Chile. Distribución, Conservación y Propagación. Primera Edición. Universidad Austral de Chile y Real Jardín Botánico de Edimburgo, Valdivia. 188 p.
- Hoffmann, A. 1982. Flora silvestre de Chile zona araucana. 4ª Ed. Fundación Claudio Gay, Santiago (Chile). 258 p.
- Holmes, R. 1983. Computer assisted quality control in tree-ring dating and measurements. Tree-ring Bulletin 44: 69-75.
- Kitzberger, T; T. Veblen; R. Villalba. 2000. Métodos dendroecológicos y sus aplicaciones en estudios de dinámica de bosques templados de Sudamérica. En Roig, F. (ed.). 2000. Dendrocronología en América Latina. Mendoza, Argentina, Editorial Universidad del Cuyo. 434 p.
- Lorimer, C. G. 1985. Methodological considerations in the analysis of forest disturbance history. Canadian Journal of Forest Research 15: 200 – 213.
- Lorimer, C. G. 2001 Historical and ecological roles of disturbance in eastern North America Forest 9,000 years of change. Wildlife Society Bulletin 29(2): 425-429.
- Lorimer, C. G; L. E. Frelich. 1989. A methodology for estimating Canopy disturbance frequency and intensity in dense temperate forest. Canadian Journal of Forest Research 19: 651-663.
- Martínez, O. 1981. Flora y fitosociología de un relicto de *Pilgerodendron uviferum* (D.Don) Florin, en el fundo San Pablo de Tregua (Valdivia-Chile). Bosque 4(1): 3-11.
- Martínez, O; A.M. Muñoz. 1988. Aspectos conservativos de las coníferas chilenas. Bosque 9(2): 77-82.
- Moreno, M. 2007. Estado de conservación de *Pilgerodendron uviferum* (D.Don) Florin, en la Isla Grande de Chiloé. Trabajo de titulación para Ing. Forestal. Valdivia (Chile), Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias forestales. 45 p.
- Nowacki, G. J. y M. D. Abrams 1997. Radial-Growth Averaging Criteria for Reconstruction Disturbance Histories from Presettlement-Origin Oaks. Ecological Monographs, 67: 255-249.
- Pisano, E. 1977. Fitogeografía de Fuego-Patagonia Chilena. I. Comunidades vegetales entre las latitudes 52°S y 56°S. Anales Instituto de Patagonia. Punta Arenas, 8: 121–250.

- Plaza, J. 2001. Dinámica de renovales de Ciprés de las Guaitecas (*Pilgerodendron uviferum* [D.Don] Florin) en la zona de Lago Vargas, Provincia de Capitán Prat, XI Región. Tesis Ing. For. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Fac. de Cs. Forestales. 78 p.
- Premoli, A.; C. Souto; T. Allnutt; A.C. Newton. 2001. Effects of population disjunction on isozyme variation in the widespread *Pilgerodendron uviferum*. *Heredity* 87(3): 337-343.
- Premoli, A.; C. Souto; A. Rovere; T. Allnutt; A.C. Newton. 2002. Patterns of isozyme variation as indicators of biogeographic history in *Pilgerodendron uviferum* (D.Don) Florin. *Diversity and Distributions* 8: 57-66.
- Rodríguez, R; M. Quezada. 1995. Gymnospermae. En C. Marticorena y R. Rodríguez [eds.], *Flora de Chile*. Universidad de Concepción, Concepción. Vol. 1, pp 310-337.
- Rovere, A; A. Premoli; A. C. Newton. 2002. Estado de conservación del Ciprés de las Guaitecas (*Pilgerodendron uviferum* [D.Don] Florin) en la Argentina. *Bosque* 23(1): 11-19.
- Soto, D. 2004. Estado de conservación de *Pilgerodendron uviferum* (D.Don) Florin, en la Cordillera de la costa, Valdivia. Trabajo de titulación para Ing. Forestal. Valdivia (Chile), Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias forestales. 35 p.
- Soto, D; H. Figueroa. 2007. Efectos de las alteraciones antrópicas sobre la estructura y composición de rodales de *Pilgerodendron uviferum* en la Cordillera de la Costa de Chile. *Bosque* (en prensa).
- Stokes, M. A; T.L. Smiley. 1968. An introduction to tree-ring dating. University of Chicago Press, Chicago, Illinois.
- Skewes, J. C. 2001. Reconversiones de otro tiempo: la 'vernacularización' de los Altos Hornos de Corral. *Proposiciones* 32 : 302-321.
- Szeicz, J; A. Lara; S. Díaz; J. C. Aravena 2000. Dendrochronological studies of *Pilgerodendron uviferum* in southwestern South America. En Roig, F. (ed.). 2000. *Dendrocronología en América Latina*. Mendoza, Argentina, Editorial Universidad del Cuyo. 434 p.
- Szeicz, J; S. G. Haberle; K D. Bennett. 2003. Dynamics of North Patagonian rainforests from fine-resolution pollen, charcoal and tree-ring analysis, Chonos Archipelago, Southern Chile. *Austral Ecology* 28: 413–422.

- Szeicz, J. 1997. Growth trends and climatic sensitivity of trees in the North Patagonian rain forest of Chile. *Canadian Journal of Forest Research*. 27: 1003–1014.
- Van Geel B; C. J. Heusser; H. Renssen; C. Schuurmans. 2000. Climatic change in Chile at around 2.700 BP and global evidence for solar forcing: a hypothesis. *The Holocene* 10; 659 – 664.
- Veblen, T; D. H. Ashton. 1982. The regeneration status of *Fitzroya cupressoides* in the cordillera pelada, Chile. *Biological Conservation*. 23: 141-161.
- Veblen, T; T Kitzberger; A. Lara. 1992. Disturbance and forest dynamics along a transect from andean rain forest to patasgonia shrubland, En Roig, F. (ed.). 2000. *Dendrocronología en América Latina*. Mendoza, Argentina, Editorial Universidad del Cuyo. 434 p.
- Villagrán, C 1988. Expansion of Magellanic moorland during the Late Pleistocene: palynological evidence from northern. *Quaternary Research* 30: 304-314.
- Villena, L. 2006. Estado de conservación de *Pilgerodendron uviferum* (D.Don) Florin, en la Isla del Rey y las Minas (Cordillera de la costa, Valdivia). Trabajo de titulación para Ing. Forestal. Valdivia (Chile), Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias forestales. 36 p.

ANEXOS

Anexo 1
Abstract & Keywords

**Structure, Dynamics and Conservation state
of *Pilgerodendron uviferum* (D. Don) Florín, Forest
in “Valdivia National Reserve”**

Abstract:

Pilgerodendron uviferum forest has been exploited with an intense disturbance regimen, like cutting and burning. This long-lived conifer that can reach 850 years, was placed “Vulnerable” by de IUCN, differing with other authors that suggest this species is in “danger”. The aim of this study is to define the conservation state of *Pilgerodendron* forest on the “Valdivia National Reserve” (40°S) in tow sites (Catrilelfu and Espinillales), so we can further compare the information with previous studies in private lands. In each site, we quantify and characterized the composition and structure of the forest and woodlands, and run a model that merge all the factors that explain the conservation state; (1) colonization, (2) relation in basal area of live and dead trees, (3) vitality, and (4) disturbance signals. The colonization of *Pilgerodendron* in Catrilelfu was higher than Espinillales. In both sites 86% of the basal area was represented by dead individuals, and the vitality of the forest was in good shape. We also quantify various disturbance signals, like fire scars and logged trees concluding that previous cutting and burning is actually modeling the forest composition and structure, and the conservation status in Catrilelfu’s forest is on recovery following the past disturbance, and Espinillales presents some problems since disturbance effects.

Keywords: *Pilgerodendron uviferum*, IUCN, Conservation, Disturbance, dendroecology.

Anexo 2
Ubicación geográfica de la zona y sitios de estudio

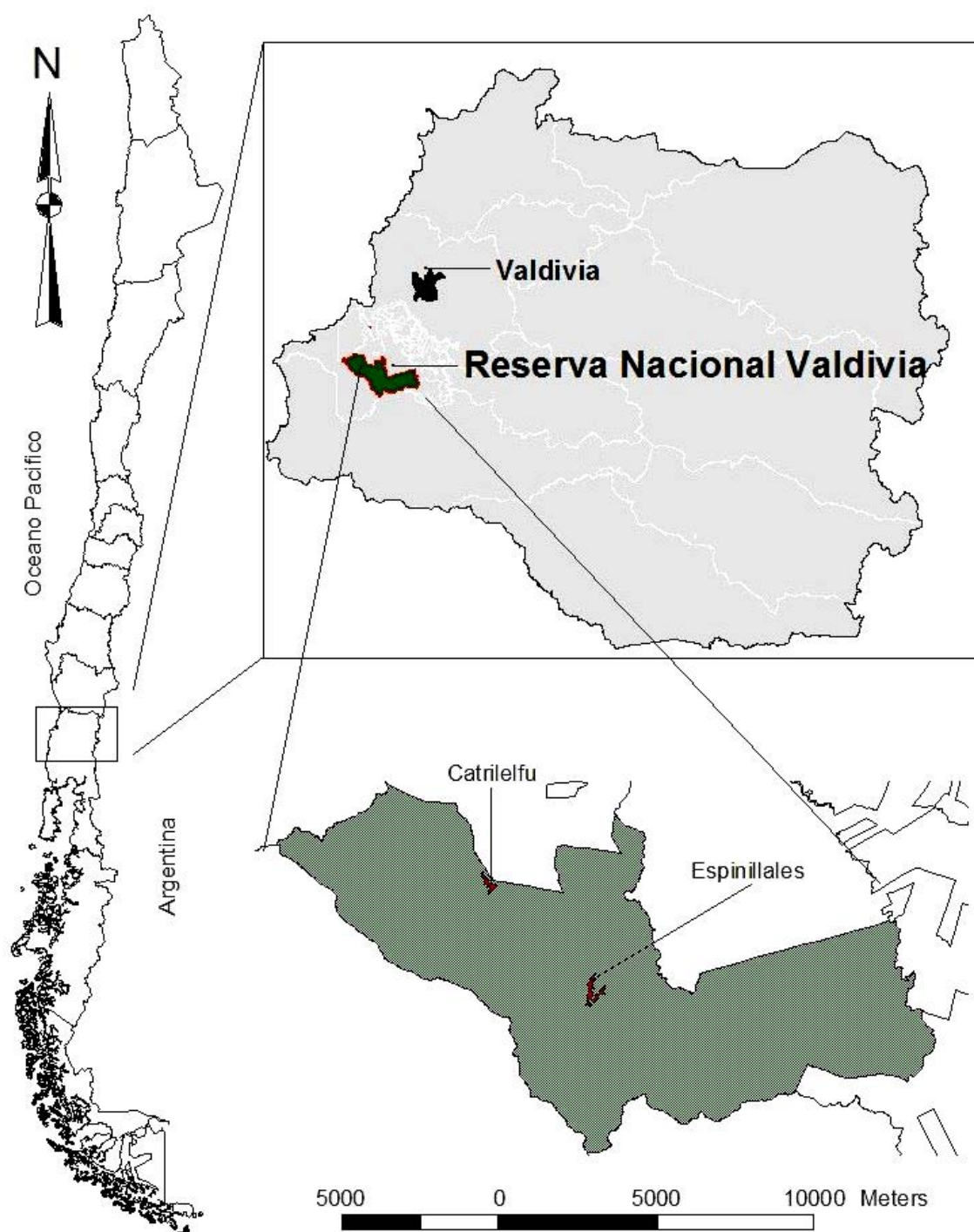


Figura 1. Ubicación del área de estudio y los sitios Catrilefu y Espinillales.

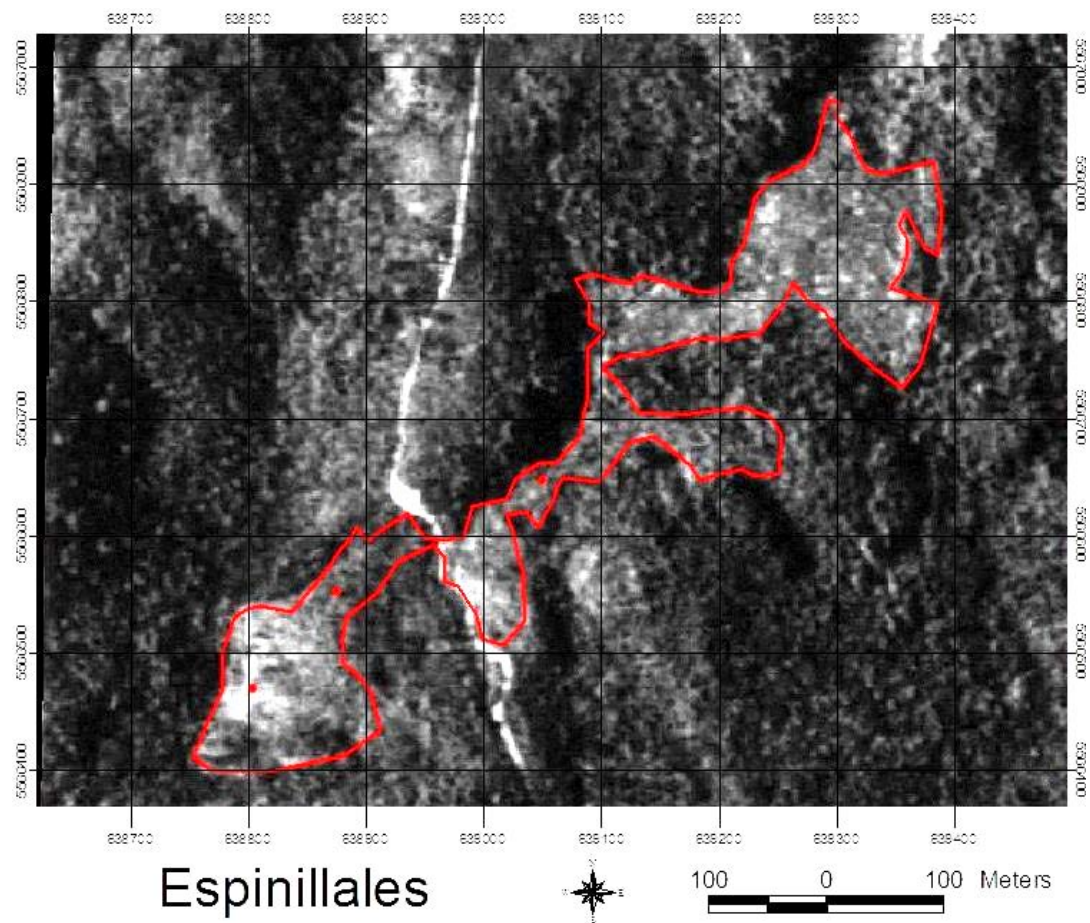
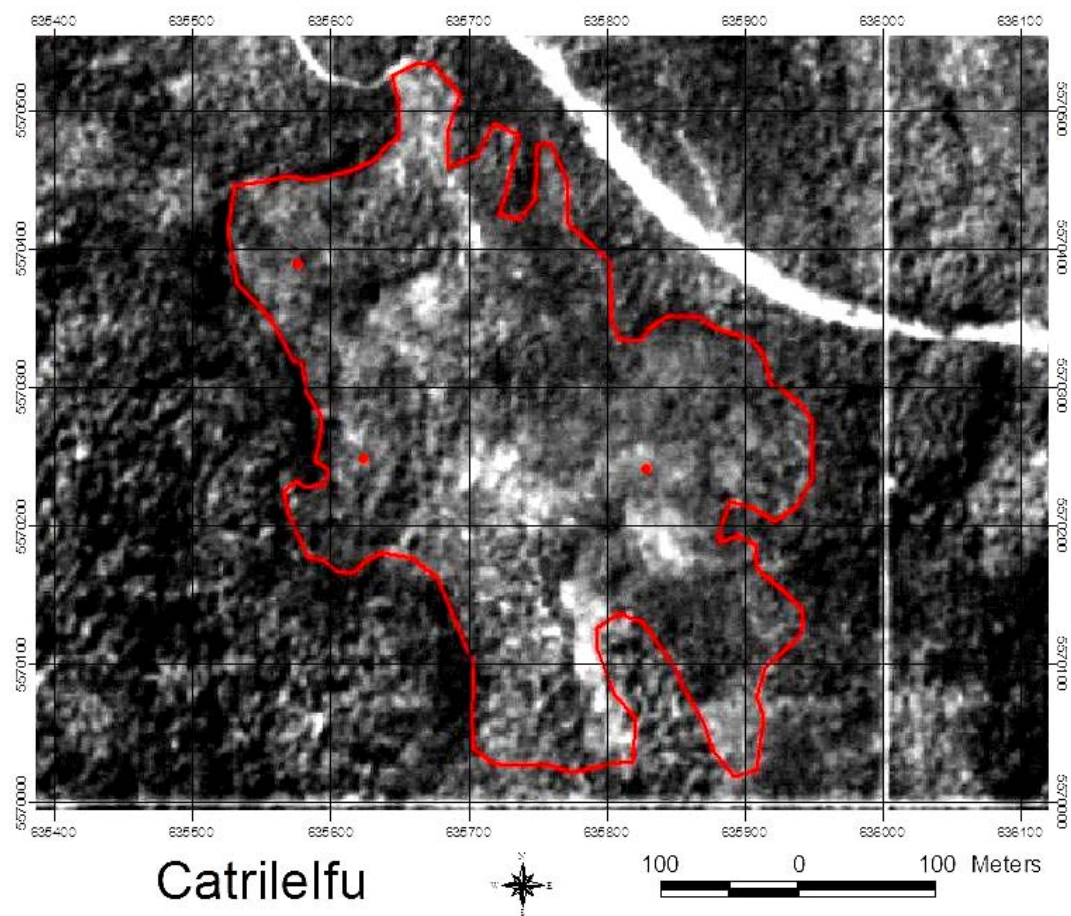


Figura 2. Sitio los Espinillales delimitado con línea roja y los puntos rojos representan las parcelas de muestreo



Mapa 3. Sitio Catrilelfu delimitado con línea roja y los puntos rojos representan las parcelas de muestreo

Anexo 3
Tipificación visual de las alteraciones

Cuadro 1. Matriz de referencia para la asignación de los valores para cuantificar el factor “alteraciones visibles”

Alteración	1	2	3	4
quema	Ningún rastro de alteración	< 4 árboles quemados en el rodal	de 4 a 8 árboles quemados en el rodal	> 8 árboles quemados en el rodal
ganado	Ningún rastro de fecas ni ramoneo	< 5 fecas o plantas ramoneadas	5 a 10 fecas o plantas ramoneadas	> 10 fecas o plantas ramoneadas o presencia a la vista
transito	Ningún rastro de sendas	< 3 sendas en el rodal	3 a 6 sendas en el rodal	> 6 sendas en el rodal
drenaje	Sin caminos cercanos	< de 300 m del camino y el rodal	< de 100 m del camino y el rodal	Rodal cortado por el camino

Ambos sitios comparten el mismo valor en las alteraciones como “Fuego” y “Ganado” a diferencia del Transito y el drenaje en donde las casillas con fondo gris representan a Catrilelfu y las negras a Espinillales.

Cuadro 2. Puntuación final ponderada y sin ponderar.

Sitio	Puntuación según variable					Categoría
	Recolonización	Vitalidad	Área basal V/M	Alteraciones	Puntaje	
ESP	4,2	1,2	3,2	2,4	11,0	"3" Con problemas
CAT	1,4	1,2	2,4	2,4	7,4	"2" En recuperación
Ponderación	35	30	20	15		
%	25	25	25	25		
ESP	3	1	4	4	12,0	"3" Con problemas
CAT	1	1	3	4	9,0	"2" En recuperación

Anexo 4
Regresiones de diámetros (DAP 1,3 m / DAT 0,3m)

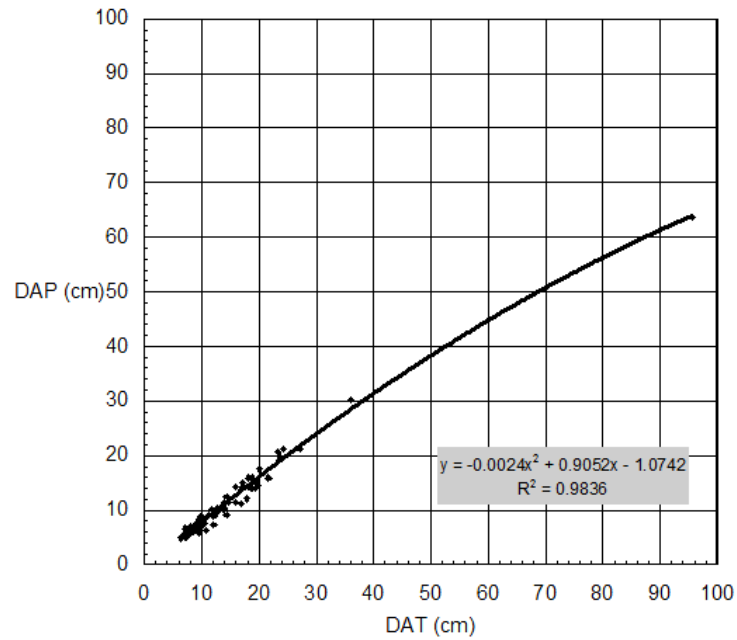


Figura 4. Regresión Polinómica entre el diámetro de tocon (DAT) y diámetro a la altura de pecho (DAP), con el objetivo de reconstruir la estructura diamétrica de los individuos muertos del sitio Espinillales (n = 87).

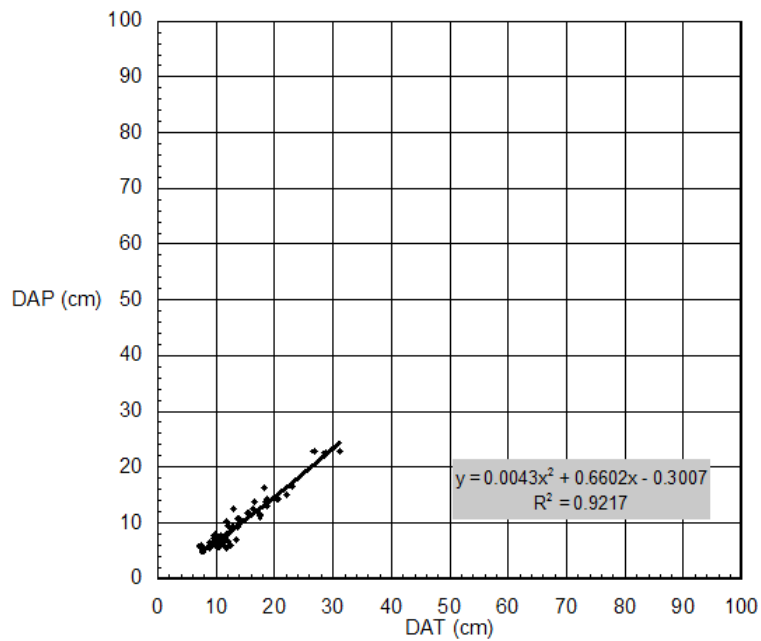


Figura 5. Regresión Polinómica entre el diámetro de tocon (DAT) y diámetro a la altura de pecho (DAP), con el objetivo de reconstruir la estructura diamétrica de los individuos muertos del sitio Catrilefu (n = 78).

Anexo 5
Resumen de la estructura boscosa y composición florística

Cuadro 3. Resumen de los parámetros de rodal por especie Indicando los detalles del estado de cada individuo.

		S I T I O											
		Catrileifu						Espinillales					
Especie	Vitalidad	Sano (1)*	Seco Parcial (2)*	Seco (3)*	Muerto en pie	Tocón	Total	Sano (1)*	Seco Parcial (2)*	Seco (3)*	Muerto en pie	Tocón	Total
<i>Pilgerodendron uviferum</i>	N/ha	100	575	167	308	400	1550	75	158	8	175	583	1000
	DMC (cm)	6,7	7,6	6,9	11,1	13,9	10,2	7,2	7,4	6,4	16,4	13,9	13,1
	AB (m2/ha)	0,352	2,639	0,627	2,974	6,077	12,669	0,306	0,685	0,027	3,687	8,801	13,505
	% área basal	2,8%	20,8%	4,9%	23,5%	48,0%	100%	2,3%	5,1%	0,2%	27,3%	65,2%	100%
	total	28,6%			71,4%		-	7,5%			92,5%		-
<i>Fitzroya cupressoides</i>	N/ha	8	17	17	175	267	483	108	225	58	150	208	750
	DMC (cm)	8,0	10,3	5,9	28,2	17,8	21,7	8,3	11,1	7,9	24	22,9	17,7
	AB (m2/ha)	0,041	0,139	0,046	10,943	6,672	17,841	0,580	2,197	0,284	6,768	8,594	18,422
	% área basal	0,2%	0,8%	0,3%	61,3%	37,4%	100%	3,1%	11,9%	1,5%	36,7%	46,6%	100%
	total	1,3%			98,7%		-	16,6%			83,4%		-
<i>Nothofagus betuloides</i>	N/ha	-	25	-	-	-	25	8	8	-	-	-	17
	DMC (cm)	-	16,7	-	-	-	16,7	5,4	22	-	-	-	16
	AB (m2/ha)	-	0,546	-	-	-	0,546	0,019	0,316	-	-	-	0,335
	% área basal	100%					100%	5,7%	94%				100%
<i>Drimys winteri</i>	N/ha	-	8	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-
	DMC (cm)	-	23,6	-	-	-	23,6	-	-	-	-	-	-
	AB (m2/ha)	-	0,363	-	-	-	0,363	-	-	-	-	-	-
	% área basal	100%					100%						

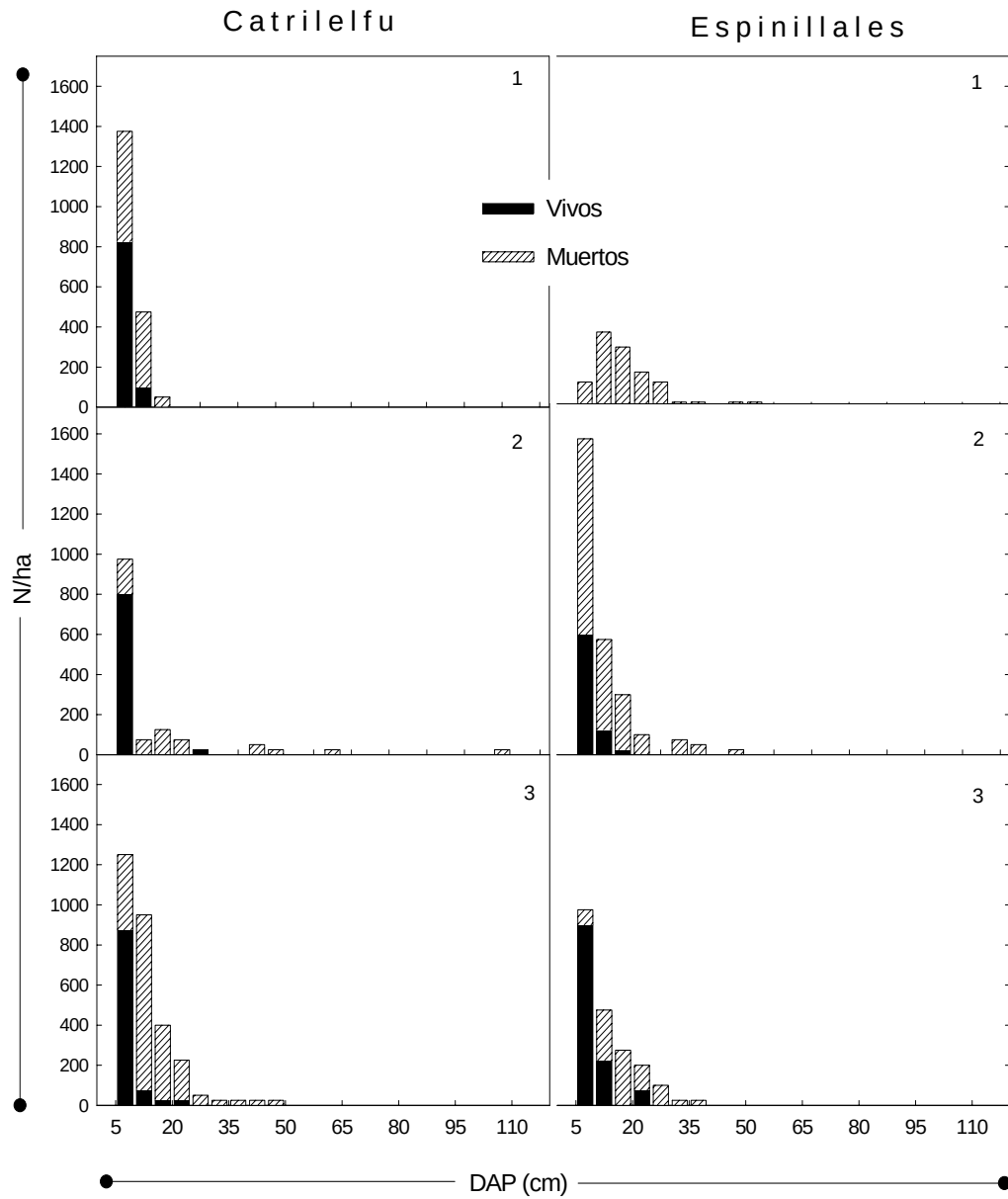


Figura 6. Estructura de tamaños del total de los individuos vivos y muertos en las tres parcelas muestreadas en cada sitio.

Cuadro 4. Estado vital por especie presente en las parcelas de muestreo complemento de la figura 2.

vitalidad Spp	CAT				ESP			
	Seco				Seco			
	Sano (1)*	Parcial (2)*	Seco (3)*	Total	Sano (1)*	Parcial (2)*	Seco (3)*	Total
<i>Pilgerodendron uviferum</i>	100	575	167	842	75	158	8	242
<i>Fitzroya cupressoides</i>	8	17	17	42	108	225	58	392
<i>Nothofagus betuloides</i>	-	25	-	25	8	8	-	17
<i>Drimys winteri</i>	-	8	-	8	-	-	-	0

(1*): menos del 20% de la copa seca, (2*): entre un 20 y 80% de copa seca y (3*): más de un 80% de la copa seca.

Cuadro 5. Listado de abundancia de brinzales (<5 cm de DAP y >2 m) indicando su desviación estándar en base a cada parcela de muestreo n=3.

Especies	Brinzales			
	Catrilelfu		Espinillales	
	N/ha	%	N/ha	%
<i>Pilgerodendron uviferum</i>	4.508 +/- 793	81	1.150 +/- 474	45
<i>Tepualia stipularis</i>	408* +/- -	7	67 +/- 12	3
<i>Fitzroya cupressoides</i>	300 +/- 44	5	908 +/- 252	36
<i>Embothrium coccineum</i>	- +/- -	-	150 +/- 94	6
<i>Ovidia pillo-pillo</i>	- +/- -	-	150* +/- -	6
<i>Luma apiculata</i>	- +/- -	-	25* +/- -	1
<i>Gevuina avellana</i>	- +/- -	-	42* +/- -	2
<i>Nothofagus betuloides</i>	75* +/- -	1	67* +/- -	3
<i>Drimys winteri</i>	267* +/- -	5	- +/- -	-
Total	5,558		2,558	

(*) Dato total de una sola parcela, explica la ausencia de la desviación estándar.

Cuadro 6. Listado de plántulas regenerando (>10 cm y <2 m) indicando la desviación estándar en base a cada sub-parcela muestreada n = 45

Especies	Plántulas [10 - 200 cm]			
	C A T		E S P	
	N/ha	%	N/ha	%
<i>Pilgerodendron uviferum</i>	22.000 +/- 7.506	61	3.333 +/- 3.712	73
<i>Embothrium coccineum</i>	0 +/- 0	0	444 +/- 770	10
<i>Fitzroya cupressoides</i>	667 +/- 471	2	778 +/- 694	17
<i>Drimys winteri</i>	11.667 +/- 13.454	32	0 +/- 0	0
<i>Raukua laetevirens</i>	1.778 +/- 3.300	5	0 +/- 0	0
<i>Nothofagus betuloides</i>	111 +/- 192	0	0 +/- 0	0
Total	36.222		4.556	

(*) Dato total de una sola parcela, explica la ausencia de la desviación estándar.

Cuadro 7. Listado florístico y valores de importancia (VI) relativa en cada sitio

Categoría de crecimiento	FAMILIA	Spp.	VI CAT	VI ESP
arbóreo	MYRTACEAE	<i>Tepualia stipularis</i>	22,4	10,4
	FAGACEAE	<i>Nothofagus betuloides</i>	0,2	0,3
	PROTEACEAE	<i>Embothrium coccineum</i>		0,9
	THYMELACEAE	<i>Ovidia pillo-pillo</i>		1,7
	WINTERACEAE	<i>Drimis winteri</i>	6,0	
	CUPRESSACEAE	<i>Pilgerodendron uviferum</i>	24,9	4,9
	CUPRESSACEAE	<i>Fitzroya cupressoides</i>	1,7	3,8
	PODOCARPACEAE	<i>Podocarpus nubigenus</i>	0,2	
arbusto	BROMELIACEAE	<i>Greigia landbeckii</i>		0,9
	POACEAE	<i>Chusquea uliginosa</i>	34,1	46,1
	JUNCACEAE	<i>Juncus procerus</i>	0,3	7,6
	ARALIACEAE	<i>Raukua laetevirens</i>	1,8	
	BERBERIDIACEAE	<i>Berberis buxifolia</i>		2,0
	COMPOSITAE	<i>Baccharis magellanica</i>		8,4
	DESFONTANIACEAE	<i>Desfontainea spinosa</i>	1,0	0,3
	ERICACEAE	<i>Pernettya pumila</i>	5,7	11,2
	MYRTACEAE	<i>Ugni candollei</i>		10,1
	MYRTACEAE	<i>Myrteola barneondii</i>	5,4	10,3
	MYRTACEAE	<i>sin Identificar</i>		6,1
	MYRTACEAE	<i>Myrceugenia parvifolia</i>		1,9
	PAPILONACEAE	<i>Ulex europeus</i>		0,9
	SAXIFRAGACEAE	<i>Escallonia rubra</i>	1,0	
helecho	LYCOPODIACEAE	<i>Lycopodium gayanum</i>		4,1
	BLECHNACEAE	<i>Blechnum penna-marina</i>		4,0
	BLECHNACEAE	<i>Blechnum chilense</i>	2,9	12,4
	GLEICHENACEAE	<i>Gleichenia litorales</i>	1,3	7,6
	HYMENOPHYLLACEAE	<i>Serpyllopsis caespitosa</i>	0,5	0,3
	HYMENOPHYLLACEAE	<i>Hymenophyllum peltatum</i>		
	HYMENOPHYLLACEAE	<i>Hymenophyllum tortuosum</i>	0,5	
	HYMENOPHYLLACEAE	<i>Hymenophyllum seselifolium</i>	2,9	
	HYMENOPHYLLACEAE	<i>Hymenophyllum pectinatum</i>		
	HYMENOPHYLLACEAE	<i>Hymenoglossum cruentum</i>	0,6	
	SCHIZAEACEAE	<i>Schizaea fistulosa</i>	0,2	0,9
herbacea	CYPERACEAE	<i>Siloenus rynchoporoides</i>	22,9	20,7
	CYPERACEAE	<i>Scirpus inundatus</i>		1,3
	CYPERACEAE	<i>Carex sp</i>	6,6	
	PHYLESACEAE	<i>Philesia magallanica</i>	4,2	4,2
	PHYLESACEAE	<i>Luzuriaga polyphylla</i>	0,5	
	CORNACEAE	<i>Griselinia jodinifolia</i>		1,5
		<i>pastos sin identificar</i>	0,2	
		<i>pastos sin identificar</i>	12,2	
		<i>pastos sin identificar</i>	6,2	4,5
		<i>pastos sin identificar</i>	0,5	
		<i>pastos sin identificar</i>		0,3

Categoría de crecimiento	FAMILIA	Spp	VI CAT	VI ESP
musgos y hepáticas	DICRANACEAE	<i>Campylopus introflexus</i>	3,9	
	DICRANACEAE	<i>Dicranoloma robustum</i>		4,0
	ORTHOTRICHACEAE	<i>Zygodon pentastichus</i>		0,3
	ORTHOTRICHACEAE	<i>Macromitrium gracilis</i>	6,7	
	POLYTRICHACEAE	<i>Dendroligotrichum dendroides</i>		0,9
		<i>Musgo SI</i>	0,5	
		<i>Musgo SI</i>	8,3	2,8
	SPHAGNACEAE	<i>Sphagnum magellanicum</i>	3,7	1,0
	SPHAGNACEAE	<i>Sphagnum falcatum</i>		0,3
	LEPIDOZIACEAE	<i>Bazzania peruviana</i>	0,5	1,4
	PLAGIOCHILACEAE	<i>Plagiochila sp</i>	7,9	
	RICCIACEAE	<i>Riccardia prehensilis</i>	1,3	

Anexo 6
Fotografías



Figura 7. Cicatriz fustal causada por fuego, y al fondo individuos muertos en pie “quemados”



Figura 8. Estructura o fisonomía de un bosque de Ciprés quemado en Catrilelfu.



Figura 9. Suelo mineral descubierto provocado por el fuego en Espinillales



Figura 10. Suelo orgánico en Catrilelfu.



Figura 11. Tocones de *P. uviferum* con signos de erosión de muchas décadas.
Sitio Espinillales.



Figura 12. Evidencia de una gran pérdida de suelo un tocón muy erosionado con una altura aproximada de 1 m. Sitio Espinillales.

Anexo 7
Crterios y categorías según la UICN

Categorías y criterios de la Lista Roja de la UICN Versión 3.1 (2001)

Versión reducida para trabajar con Árboles de Guatemala

Jose Luis Vivero Pol

DEFINICIONES

1. Población y tamaño de la población (Criterios A, C y D): La población se define aquí como el número total de individuos maduros del taxón.

2. Subpoblaciones (Criterios B y C): Las subpoblaciones se definen como los grupos de la población que están separados geográficamente o por otro factor, y entre las cuales hay muy poco intercambio genético o demográfico.

3. Individuos maduros (Criterios A, B, C y D): El número de individuos maduros es el número de individuos conocido, estimado o inferido capaces de reproducirse.

4. Reducción (Criterio A): Una reducción es una disminución en el número de individuos maduros de por lo menos la cantidad (%) definida por el criterio en el período de tiempo (años) especificado.

5. Disminución continua (Criterios B y C): Una disminución continua es una disminución reciente, actual o proyectada en el futuro, la cual es proclive a continuar a menos que se tomen las medidas correctoras pertinentes.

6. Severamente fragmentadas (Criterio B): Este concepto se refiere a aquella situación en la que los riesgos de extinción del taxón aumentan como resultado de que la mayoría de los individuos se encuentran en subpoblaciones pequeñas y relativamente aisladas. Estas pequeñas subpoblaciones pueden extinguirse con una probabilidad reducida de recolonización.

7. Extensión de la presencia (Criterios A y B): La extensión de la presencia es el área contenida dentro de los límites imaginarios continuos más cortos que pueden dibujarse para incluir todos los sitios conocidos, inferidos o proyectados en los que un taxón se halle presente. Esta medida puede excluir a las discontinuidades o disyunciones en las distribuciones generales de los taxones.

8. Área de ocupación (Criterios A, B y D): El área de ocupación de un taxón se define como el área dentro de la “extensión de presencia” (punto 9, arriba) que es ocupada por un taxón. La medida refleja el hecho de que un taxón comúnmente no aparecerá en toda el área de su extensión de presencia, ya que puede contener hábitats no ocupados o inadecuados.

9. Localidad (Criterios B y D): El término ‘localidad’ se define como un área geográfica o ecológica distintiva en la cual un solo acontecimiento amenazante puede afectar rápidamente a todos los individuos del taxón presente. El tamaño de una localidad depende del área cubierta por la amenaza y puede incluir parte de una o muchas subpoblaciones del taxón.

LAS CATEGORÍAS

EXTINTO (EX): Un taxón está **extinto** cuando **no queda ninguna duda razonable** de que el último individuo existente ha muerto. Se presume que un taxón está Extinto cuando prospecciones exhaustivas de sus hábitats, conocidos y/o esperados, en los momentos apropiados, y a lo largo de su área de distribución histórica, no ha podido detectar un solo individuo.

EXTINTO EN ESTADO SILVESTRE (EW): Un taxón está **extinto en estado silvestre** cuando sólo sobrevive en cultivo, en cautividad o como población (o poblaciones) naturalizadas completamente fuera de su distribución original.

EN PELIGRO CRÍTICO (CR): Un taxón está en **peligro crítico** cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple cualquiera de los criterios “A” a “D” para en peligro crítico y, por consiguiente, se

considera que se está enfrentando a un riesgo **extremadamente alto de extinción** en estado silvestre. Un solo criterio es suficiente.

EN PELIGRO (EN): Un taxón está **en peligro** cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple cualquiera de los criterios “A” a “D” para en peligro y, por consiguiente, se considera que se está enfrentando a un riesgo **muy alto de extinción** en estado silvestre. Un solo criterio es suficiente.

VULNERABLE (VU): Un taxón es **vulnerable** cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple cualquiera de los criterios “A” a “D” para vulnerable y, por consiguiente, se considera que se está enfrentando a un **riesgo alto de extinción** en estado silvestre. Un solo criterio es suficiente.

CASI AMENAZADO (NT): Un taxón está **casi amenazado** cuando ha sido evaluado según los criterios y no satisface, actualmente, los criterios para en peligro crítico, en peligro o vulnerable; pero está próximo a satisfacer los criterios, o posiblemente los satisfaga, en el futuro cercano.

PREOCUPACION MENOR (LC): Un taxón se considera de **preocupación menor** cuando, habiendo sido evaluado, no cumple ninguno de los criterios que definen las categorías de en peligro crítico, en peligro, vulnerable o casi amenazado. Se incluyen en esta categoría taxones abundantes y de amplia distribución.

DATOS INSUFICIENTES (DD): Un taxón se incluye en la categoría de **datos insuficientes** cuando no hay información adecuada para hacer una evaluación, directa o indirecta, de su riesgo de extinción basándose en la distribución y/o condición de la población. Si se sospecha que la distribución de un taxón está relativamente circunscrita, y si ha transcurrido un período considerable de tiempo desde el último registro del taxón, entonces la condición de amenazado puede estar bien justificada.

NO EVALUADO (NE): Un taxón se considera **no evaluado** cuando todavía no ha sido clasificado en relación a estos criterios.

CRITERIOS PARA LAS CATEGORIAS CR, EN y VU

Un taxón está en CR, EN o VU cuando la mejor evidencia indica que cumple alguno de los siguientes criterios (A-D)

A. Reducción del tamaño de la población basada en cualquiera de los siguientes puntos :

1. Una reducción en la población observada, estimada, inferida o sospechada **90% (CR), 70% (EN) 50% (VU)** en los últimos 10 años basadas (y especificando) en cualquiera de los siguientes:
 - (a) observación directa
 - (b) un índice de abundancia apropiado para el taxón
 - (c) una reducción del área de ocupación, extensión de presencia y/o calidad del hábitat
 - (d) niveles de explotación reales o potenciales
 - (e) efectos de taxones introducidos, hibridación, patógenos, contaminantes, competidores o parásitos.
2. Una reducción de la población observada, estimada, inferida o sospechada **80% (CR), 50% (EN) 30% (VU)** en los últimos 10 años, donde la reducción, o sus causas, pueden no haber cesado o pueden no ser entendidas; basadas en cualquiera de los puntos (a) a (e) bajo A1.
3. Una reducción de la población **80% (CR), 50% (EN) 30% (VU)** que se proyecta o se sospecha será alcanzada en los próximos 10 años basadas en cualquiera de los puntos (b) a (e) bajo A1.
4. Una reducción de la población observada, estimada, inferida, o sospechada **80% (CR), 50% (EN) 30% (VU)** en un período de 10 años, donde el período de tiempo debe incluir el pasado y el futuro, y la reducción o sus causas pueden no haber cesado, o pueden no ser entendidas, basada en cualquiera de puntos (a) a (e) bajo A1.

B. Distribución geográfica en la forma B1 (extensión de la presencia) o B2 (área de ocupación) o ambos:

1. Extensión de la presencia estimada menor de **100 km² (CR)**, **5,000 km² (EN)**, **20,000 km² (VU)**, y estimaciones indicando los dos puntos a-b:

- a. Severamente fragmentada o se conoce **sólo en una localidad (CR)**, **no más de cinco localidades (EN)**, **no más de 10 localidades (VU)**.
- b. Disminución continua, observada, inferida o proyectada, en cualesquiera de las siguientes:
 - (i) extensión de la presencia
 - (ii) área de ocupación
 - (iii) área, extensión y/o calidad del hábitat
 - (iv) número de localidades o subpoblaciones
 - (v) número de individuos maduros.

2. Área de ocupación estimada en menos de **10 km² (CR)**, **500 km² (EN)**, **2,000 km² (VU)**, y estimaciones indicando los dos puntos a y b:

- a. Severamente fragmentada o que se conoce **sólo en una localidad (CR)**, **no más de cinco localidades (EN)**, **no más de 10 localidades (VU)**.
- b. Disminución continua, observada, inferida o proyectada, en cualesquiera de las siguientes:
 - (i) extensión de la presencia
 - (ii) área de ocupación
 - (iii) área, extensión y/o calidad del hábitat
 - (iv) número de localidades o subpoblaciones
 - (v) número de individuos maduros.

C. Tamaño de la población estimada en menos de **250 individuos maduros (CR)**, **2,500 (EN)** y **10,000 (VU)** y ya sea alguno de los dos:

- 1. Una disminución continua estimada de por lo menos **25% (CR)**, **20% (EN)**, **10% (VU)** dentro de los tres años, o
- 2. Una disminución continua, observada, proyectada, o inferida, en el número de individuos maduros y el siguiente subcriterio:
 - a. Estructura poblacional en una de las siguientes formas:
 - (i) ninguna subpoblación estimada contiene más de **50 individuos maduros (CR)**, **250 (EN)**, **1,000 (VU)** o
 - (ii) por lo menos el **90% (CR)**, **95% (EN)**, **100% (VU)** de los individuos maduros están en una subpoblación.

D. Se estima que el tamaño de la población es muy pequeña o restringida

Menor de 50 individuos maduros (CR), menor de 250 (EN), menor de 1,000 (VU) individuos maduros o

VU también se considera si la población está muy restringida en su área de ocupación (**típicamente menor a 20 km²**) o en el número de localidades (**comúnmente 5 o menos**) de tal manera que es propensa a los efectos de la actividad humana o a eventos fortuitos dentro de un período de tiempo muy corto en un futuro incierto, y es por consiguiente, capaz de cambiar a en peligro crítico (CR) e inclusive a extinta (EX) en un período de tiempo muy corto.