

## Estructura y dinámica de bosques de *Pilgerodendron uviferum* afectados por incendios en la Cordillera de la Costa de la Isla Grande de Chiloé

Structure and dynamics of *Pilgerodendron uviferum* forests affected by fires in the coastal range of Chiloé Island

Jan R Bannister<sup>a\*</sup>, Carlos E Le Quesne<sup>a</sup>, Antonio Lara<sup>a</sup>

\*Autor de correspondencia: <sup>a</sup>Universidad Austral de Chile, Instituto de Silvicultura, casilla 567, Valdivia, Chile, tel.: 56-063-221742, fax: 56-063-221230, jan@fiordland.cl

### SUMMARY

Currently, *Pilgerodendron uviferum* forests cover over 172,000 hectares of Chiloé Province. The traditional utilization of these forests caused the destruction and burnt of extensive areas of cypress. Therefore this species was classified by IUCN as vulnerable and included in Appendix I of CITES. This study aimed to analyze and characterize the dynamics of *P. uviferum* forests in the coastal range of Chiloé, specifically in four sites (one pristine and three disturbed) located near Lake Tepuhueico in the center-south of Chiloé Island. A floristic composition evaluation and quantitative, diametric and age structure analyses for each sector were conducted. Furthermore, the original stand structure of the burnt *Pilgerodendron* forests, existing before the fire, was reconstructed. The fire that occurred in the study area produced big changes in the habitat, exceeding the persistence threshold of *P. uviferum*. The disturbed zone was considerably damaged on its structure, showing substantial reductions of basal area (over 90%) and density (over 87%) for the species. This event allowed the establishment and dominance of young second-growth mixed stands of *Nothofagus nitida*, *Drimys winteri* and *Tepualia stipularis* which, in undisturbed sites, belong to a different successional sequence. However, there are small pristine stands of *P. uviferum* that must be preserved because of their structural complexity and their importance as seed suppliers for disturbed neighboring areas.

*Key words:* *Pilgerodendron uviferum*, conservation, pristine stand, fire, structure changes.

### RESUMEN

En la provincia de Chiloé los bosques con *Pilgerodendron uviferum* cubren una superficie aproximada de 172 mil hectáreas. El aprovechamiento tradicional que se ha hecho de estos bosques ha implicado la quema extensiva de grandes superficies de cipresales, lo que ha llevado a que *P. uviferum* esté catalogado según UICN como vulnerable, y además esté clasificada en el apéndice I de CITES. El presente estudio tuvo como objetivo caracterizar la dinámica de bosques de *P. uviferum* en la Cordillera de la Costa en Chiloé. Para esto se evaluaron cuatro rodales (uno prístino y tres quemados) ubicados en sectores altos del lago Tepuhueico, en el centro-sur de la Isla de Chiloé. Se elaboró para cada sitio una lista de composición florística, se analizó su estructura cuantitativa, diamétrica y etárea; y además se reconstruyó la estructura original que tenían los bosques quemados antes del incendio. El incendio ocurrido en el área de estudio produjo cambios drásticos en el hábitat, los cuales traspasaron el umbral de persistencia de *P. uviferum*. La estructura fue seriamente dañada y reducida, existiendo reducciones en área basal de sobre 90% y en densidad de sobre 87% para *P. uviferum*. Esto favoreció el crecimiento de renovales mixtos de *Nothofagus nitida*, *Drimys winteri* y *Tepualia stipularis*, especies que en sitios no alterados presentan una secuencia sucesional distinta. Adicionalmente existen pequeños fragmentos prístinos de *P. uviferum*, remanentes de incendios, cuya conservación es importante debido a su complejidad estructural y como fuentes de semilla para las áreas vecinas alteradas.

*Palabras clave:* *Pilgerodendron uviferum*, conservación, rodal prístino, fuego, cambios estructurales.

### INTRODUCCIÓN

*Pilgerodendron uviferum* (D. Don) Florin (ciprés de las Guaitecas) es una cupresácea de género monoespecífico y endémica del sur de Chile y algunas áreas adyacentes de Argentina. Su distribución geográfica abarca más de

1.600 km, desde Valdivia (40° S) a Tierra del Fuego (55° S), concentrándose en las islas de Chiloé, Aysén y Magallanes, siendo la conífera más austral del planeta (Martínez 1981, Szeicz *et al.* 2000). A lo largo de su gran rango de distribución, *P. uviferum* crece desde el nivel del mar hasta los 1.200 m de altitud, bajo un régimen

climático templado oceánico lluvioso, con un aumento de la influencia mediterránea al norte de los 44° de latitud S (Szeicz *et al.* 2000).

*Pilgerodendron uviferum* es una especie de lento crecimiento y longeva, ya que puede vivir más de 800 años (Lara *et al.* 1999); en sitios no alterados la edad promedio es de 500 años (Szeicz *et al.* 2000). Debido a la amplia distribución y longevidad de *P. uviferum*, sumado a que desarrolla anillos de crecimiento bien definidos, esta especie es adecuada para la investigación dendrocronológica y dendroecológica ya que sus anillos son un buen indicador del clima del pasado (Roig 1991).

Los bosques de *P. uviferum* se desarrollan en terrenos planos con mal drenaje y baja productividad, donde esta especie se adapta y por ello tiene una alta capacidad competitiva con respecto a otras. En el norte de su distribución, comúnmente crece con *Fitzroya cupressoides* (Mol.) Johnston, *Nothofagus nitida* (Phil.) Krasser, *Nothofagus betuloides* (Mirb.) Oerst. y *Tepualia stipularis* (H. et A.) Griseb. En el sur de su distribución se asocia a vegetación de turberas (Cruz y Lara 1981, Szeicz *et al.* 2000).

En la Isla Grande de Chiloé los bosques de *P. uviferum* cubren una superficie de 172.450 ha (CONAF *et al.* 1997). El aprovechamiento tradicional que se ha hecho de estos bosques, para madera de embarcaciones y tejuelas, ha implicado la explotación y quema extensiva de grandes superficies con esta especie (Cruz y Lara 1981). Debido a su accesibilidad, gran parte de la madera de *P. uviferum* que se comercializa actualmente proviene de la explotación de tales bosques quemados. Como resultado de dichas intervenciones quedan grandes áreas desforestadas o áreas donde la especie no ha sido capaz de recolonizar. Adicionalmente, la marginalidad de los sitios hace que su habilitación agropecuaria no sea practicable (Cruz y Lara 1981, Bannister 2004).

Entre los problemas que afectan la conservación de esta especie en Chile se encuentran las cortas ilegales que ocurren en las reservas y parques nacionales e islas australes; y las prácticas de cosecha deficientes en terrenos privados (Szeicz 2000). Según estudios realizados en el sur de la Cordillera de la Costa de la Isla Grande de Chiloé (Cruz y Lara 1981, Bannister 2004), como también en la zona de Valdivia (Soto 2004) y en Argentina (Rovere *et al.* 2002), *P. uviferum* se encontraría en mal estado de conservación debido a reiteradas perturbaciones antrópicas ocurridas tanto en el pasado como en la actualidad. La especie está catalogada como especie vulnerable según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y sus Recursos (UICN), y desde 1973 está clasificada en el apéndice I de la Convención Internacional de Comercio de Especies Amenazadas (CITES), con lo cual se prohíbe su comercio internacional (Hoffmann 1999, Plaza 2001, Rovere *et al.* 2002, Allnutt *et al.* 2003, Bannister 2004).

Debido a las condiciones ecológicas naturales en que crece la especie y a las transformaciones antrópicas ocurridas en Chiloé, existe en la isla un mosaico de distintas

situaciones en que se encuentra *P. uviferum*, las cuales han sido descritas por Cruz y Lara (1981) y Bannister (2004). Estos autores relatan que la sucesión natural de esta especie estaría estrechamente relacionada con un gradiente de mejores condiciones de drenaje del suelo, dentro del cual se ubicarían los distintos tipos de comunidades con *P. uviferum* (“turbera con ciprés”, “bosque abierto de ciprés”, “bosque de ciprés-tepú” y “bosque de tepú con ciprés muy ralo”, según Cruz y Lara (1981)).

El objetivo general de este estudio es caracterizar la dinámica de bosques alterados y bosques prístinos de *P. uviferum* en la Cordillera de la Costa de Chiloé, en función de la composición florística y estructura actual de los rodales, la reconstrucción de la estructura original de éstos y la determinación de los cambios ocurridos posincendio. En el presente estudio la hipótesis de trabajo es que actualmente los bosques quemados de *P. uviferum* en el centro sur de la Cordillera de la Costa de Chiloé han perdido severamente su estructura y composición original, y debido a esto la especie no se está recuperando naturalmente en el área.

## MÉTODOS

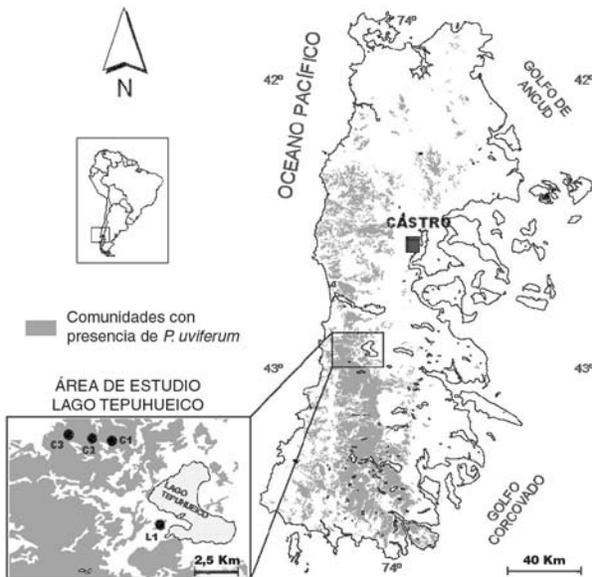
*Área de estudio y selección de sitios.* Se estudió un área ubicada en el centro sur de la Cordillera de la Costa de la Isla de Chiloé (Cordillera de Pirulil), ubicada en las cercanías del lago Tepuhueico (42°46' S, 74°00' O). El lago se encuentra aproximadamente a 40 km al suroeste de la ciudad de Castro, a 50 m s.n.m. (figura 1). En general, el área está conformada por un paisaje caracterizado por las cumbres de la Cordillera de Pirulil y su ladera oriental, con un rango de altitud variable entre 70 y 350 m s.n.m. Los sitios son muy húmedos, con suelos derivados de roca metamórfica, de mal drenaje, en los cuales dominan los procesos de gleyzación; en su mayoría son delgados (30-100 cm) y su profundidad aumenta levemente en las partes más bajas cercanas al lago. Los suelos contienen abundante materia orgánica y son extremadamente ácidos, por lo general con pH inferior a 5 (Cruz y Lara 1981, Bannister 2004).

El clima del área puede clasificarse según el sistema de Koeppen como templado-frío, lluvioso de costa occidental. Se caracteriza por un régimen de temperaturas marítimo con estrechas oscilaciones térmicas con medias anuales cercanas a 10 °C y una humedad promedio alta de un 80% (Di Castri y Hajek 1976, Cruz y Lara 1981). Las precipitaciones anuales fluctúan entre 5.000 y 6.000 mm, según estimaciones realizadas en un período de cinco años en una estación meteorológica cercana al área de estudio (Pérez *et al.* 2003).

En general, la vegetación está dominada por bosques maduros siempreverdes que cubren ambas laderas de la cordillera. En sectores planos, dentro de esta matriz de bosques siempreverdes, se ubican los relictos de cipresales.

En las partes altas de la cordillera los incendios han transformado los cipresales y bosques maduros siempreverdes en bosques achaparrados, dominados por *T. stipularis*, *N. nitida* y *Drimys winteri* J. R. et Forster y con gran cantidad de fustes muertos de *P. uviferum*.

En el área de estudio se seleccionaron cuatro sitios, un cipresal prístino ubicado sobre la península del lago Tepuhueico, llamado L1; y tres cipresales alterados, llamados C1, C2 y C3, ubicados en una extensa zona quemada de *P. uviferum* en los sectores altos de la cordillera (figura 1). Los sitios alterados se ubicaron en distintos sectores de la zona quemada, abarcando un gradiente de alteración (C1 menos alterado, C3 más alterado).



**Figura 1.** Ubicación del área de estudio en la Isla Grande de Chiloé.

Study-area.

**Caracterización de sitios.** En cada uno de los sitios se estableció una parcela de 0,1 ha (50 x 20 m). En cada parcela se midieron todos los individuos vivos o muertos  $\geq 5$  cm de DAP (diámetro a 1,3 m). Para cada individuo se registraron la especie, su altura, el DAP y el DTOC (diámetro a 0,3 m) y el estrato al que pertenecía: 1 (bajo:  $< 2$  m de altura), 2 (medio: 2-5 m), 3 (alto: 5-8 m), 4 (emergente:  $> 8$  m). Debido a la alta densidad y forma de crecimiento multifustal de *T. stipularis*, no se pudo contabilizar ni medir a los individuos de esta especie. Se contaron e identificaron los brinzales ( $> 2$  m de altura y  $< 5$  cm de DAP) y plántulas (en dos categorías:  $< 0,5$  m y 0,5-2 m). Los brinzales y plántulas se evaluaron en 21 subparcelas de 4 m<sup>2</sup> distribuidas sistemáticamente dentro de cada parcela, a lo largo de tres líneas de siete subparcelas cada una, ubicadas en forma paralela al lado mayor de la

parcela. En cada subparcela se describió la composición florística mediante el método de Braun-Blanquet, registrando las coberturas medias de cada especie ( $+ = < 5\%$ ; 1 = 5-25%; 2 = 26-50%; 3 = 50-75%; 4 =  $> 75\%$  de cobertura) y clasificando a éstas en cuatro formas de crecimiento (arbórea, arbustiva, helechos y herbáceas, enredaderas y rastreras). Para el caso de especies arbóreas mayores a 2 m de altura, el listado anterior se complementó con la información composicional proveniente de las parcelas. Por último, mediante el método de intercepción de copas (Donoso 1993) se determinó el grado de cobertura de copas para cada estrato.

A fin de evaluar la edad de los árboles se colectaron tarugos de todos los árboles vivos de *P. uviferum* ubicados dentro de la parcela. A cada individuo se le extrajeron dos tarugos a 1,3 m de altura, debido al difícil acceso para tomar la muestra en la base de los fustes. Las muestras extraídas se montaron y lijaron de acuerdo al método propuesto por Stokes y Smiley (1968). Luego, bajo lupa estereoscópica, se procedió a contar los anillos y determinar la edad de cada individuo. Debido a que las muestras se tomaron a 1,3 m de altura, la edad registrada es inferior a la edad verdadera, ya que no se estaría considerando la edad que tenía el individuo hasta lograr 1,3 m de altura. Por ello se consideró como edad exacta de cada individuo cuando las muestras alcanzaron la médula o centro del árbol, o si el largo de las muestras era mayor al 90% del radio del árbol. Se consideró edad mínima del árbol, cuando las muestras no llegaron al centro y su longitud era menor a un 90% del radio del árbol. Adicionalmente, al estimar la edad a la altura del DAP, se pudo obtener el incremento medio anual en diámetro (IMA) para cada individuo de *P. uviferum*.

**Análisis de datos.** La composición florística se determinó por medio de la riqueza de especies, para la cual se contabilizó el número total de especies vasculares presentes en cada sitio. De esta forma se pudo comparar las diferencias de composición entre el sitio prístino y los sitios alterados. La estructura actual de los sitios se caracterizó en términos de densidad, diámetro, área basal y cobertura de copas de las especies arbóreas presentes. Para esto se construyeron histogramas de distribución diamétrica con clases cada 5 cm. Los datos de brinzales y plántulas de los diferentes sitios se compararon por medio de la densidad relativa por especie. Con las edades de los individuos vivos de *P. uviferum* se pudieron estimar las estructuras etáreas para los cuatro sitios; este dato permitió estimar la modificación a la estructura etárea de los sitios alterados. Además, con el patrón de crecimiento de los anillos de los sitios alterados C1 C2 y C3, se pudo estimar el año del incendio, lo cual fue comprobado con información histórica proveniente de pobladores aledaños al área de estudio.

A través de funciones de regresión DAP-DTOC en los cuatro sitios, se estimó el DAP de los tocones del área alterada. Para esto se ajustó un modelo lineal y otro logarítmico,

eligiéndose el primero por poseer un mayor coeficiente de determinación  $R^2$  (0,928 vs. 0,832). Teniendo el incremento medio anual (IMA) de los individuos vivos de *P. uviferum* y la fecha del incendio, se procedió a multiplicar el IMA por los años transcurridos desde el evento y este valor se restó al DAP actual. De esta forma se pudo estimar el DAP de los cipreses sobrevivientes en el año del incendio y su área basal. Así se pudo reconstruir el área basal original (área basal de los individuos vivos en el año del incendio, más el área basal de los árboles muertos presentes en la actualidad). Con estos valores se pudo reconstruir la estructura diamétrica original para cada sitio alterado, lo que fue comparado con la estructura actual de los mismos sitios. Para que esta reconstrucción fuera válida se tomaron en cuenta cinco supuestos importantes que se presentan a continuación: (1) todos los individuos de *P. uviferum* crecieron a la misma tasa promedio desde el momento del incendio a la actualidad, (2) los restos de todos los individuos muertos de *P. uviferum* existen aún y pudieron ser identificados, (3) los diámetros de árboles muertos no se redujeron por pudrición, (4) el DAP del árbol con corteza es igual al sin corteza, y (5) todos los individuos de *P. uviferum* murieron en un mismo evento y momento en el tiempo. De esta forma se pudo estimar el cambio de estructura ocurrido en los sitios quemados, su grado de alteración y el estado de conservación actual de la especie en los sitios de estudio. Finalmente, se analizó la dinámica de la especie con base en estos datos y según la información derivada de otros estudios (Cruz y Lara 1981, Donoso 1993, Plaza 2001, Bannister 2004, Soto 2004).

## RESULTADOS

**Composición florística.** En general, se puede observar que en los sitios alterados C1, C2 y C3 se encontró una mayor riqueza de especies que en el sitio prístino L1, principalmente en hierbas y helechos, y en enredaderas y rastreras (cuadro 1).

**Cuadro 1.** Riqueza de especies por sitio de estudio.  
 Species richness for each study site.

Forma de crecimiento	Riqueza <sup>a</sup>				
	L1	C1	C2	C3	C123 <sup>b</sup>
Arbórea	8	10	8	10	10
Arbustiva	3	4	4	5	5
Helechos y herbáceas	4	7	9	8	10
Enredaderas y rastreras	3	5	5	5	5
Total	18	26	26	28	30

<sup>a</sup> N° de especies vasculares por sitio de estudio.

<sup>b</sup> N° de especies vasculares acumuladas C1+C2+C3 (sin repetir especies).

<sup>a</sup> N° of vascular species for each study site.

<sup>b</sup> N° of accumulated vascular species C1+C2+C3 (without repeating species).

Considerando el número de especies acumuladas en todos los sitios alterados (C123) respecto al rodal prístino L1 (cuadro 2), dentro de los árboles las diferencias se vieron reflejadas en que C123 presentaron, además de las especies de L1, las especies *Weinmannia trichosperma*, *Caldcluvia paniculata* y *Lomatia ferruginea*. *Gevuina avellana* estuvo presente sólo en el sitio prístino L1. Las diferencias entre arbustos se vieron en que en C123 se encontraron *Myrceugenia parviflora* y *Pseudopanax laetevirens*, las cuales no estuvieron presentes en el sitio prístino L1. En cuanto a los helechos y herbáceas, en C123 aparecieron *Gleichenia quadripartita* y *Lophosoria quadripinnata*, y especies del género *Blechnum*, las cuales representaron la mayor diferencia de riqueza encontrada. En C123 se hallaron individuos del género *Juncus* además de una mayor diversidad de cyperáceas (*Scirpus inundatus*, *Oreobolus obtusangulus* y *Carex spp.*), siendo *Uncinia erinacea* la única cyperácea encontrada en el sitio prístino L1. En el caso de las enredaderas y rastreras la diferencia fue la existencia en C123 de *Asteranthera ovata* y *Capsidium valdivianum*. Las frecuencias relativas y coberturas medias de las especies encontradas en cada sitio de estudio se pueden observar en el cuadro 2.

**Caracterización de la estructura.** La estructura del sitio de bosque prístino L1 (cuadro 3) se caracterizó por estratos inferiores muy densos, de gran complejidad y un estrato superior emergente con copas pequeñas libres y dispersas de *P. uviferum*. La altura promedio de *P. uviferum* en este sitio fue de 11,4 m, encontrándose ejemplares que alcanzaron 17 m de altura. Bajo las copas de *P. uviferum* se ubicaron *N. nitida* y *P. nubigena* con una reducida densidad. *Pilgerodendron uviferum* fue la especie más importante al tener mayor participación en cada una de las variables vegetacionales estimadas (cuadro 3). La importancia de *T. stipularis* en L1 quedó representada por el alto valor de cobertura de copas (131,6%). Esta especie dominó en todos los estratos (excepto en el estrato emergente), presentando una red de troncos de crecimiento horizontal que inhibe el establecimiento de otras especies. La densidad y área basal de *P. uviferum*, más la gran cobertura de *T. stipularis*, permite definir a esta comunidad como un bosque de “tepú con ciprés muy ralo”, según la clasificación de Cruz y Lara (1981).

Debido a que los rodales C1, C2 y C3 poseen diferente grado de alteración, se hallaron diferencias en los descriptores del rodal, principalmente en el área basal. En C1, *P. uviferum* fue la especie más importante en área basal (53,5%), seguida de *N. nitida* (41,6%). La mayor parte del área basal existente fue aportada por los individuos remanentes de *P. uviferum*. En C2 y C3 la situación fue distinta, *D. winteri* y *N. nitida* aumentaron su participación en área basal y densidad, siendo las principales especies arbóreas. Los altos valores de cobertura de copas existentes en todos los sectores, junto a la escasa altura de los

**Cuadro 2.** Composición florística del bosque prístino L1 y los bosques alterados C1, C2 y C3; frecuencias relativas (F) y coberturas medias (CM) para cada especie.

Floristic composition list for pristine site L1 and the disturbed sites C1, C2 and C3. Relative frequencies (F) and average cover (CM) for each species.

Especie	L1		C1		C2		C3	
	F (%)	CM	F (%)	CM	F (%)	CM	F (%)	CM
Forma de crecimiento: arbórea***								
<i>Caldcluvia paniculata</i> (Cav.) D. Don.	-	-	4,8	-	-	-	9,5	-
<i>Drimys winteri</i> J. R. et Forster	76,2	-	85,7	-	81,0	-	90,5	-
<i>Embothrium coccineum</i> J. R. et Forst.	**	-	28,6	-	-	-	4,8	-
<i>Gevuina avellana</i> Mol.	23,8	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lomatia ferruginea</i> (Cav.) R. Br.	-	-	47,6	-	42,9	-	57,1	-
<i>Nothofagus nitida</i> (Phil.) Krasser	57,1	-	71,4	-	42,9	-	9,5	-
<i>Pilgerodendron uviferum</i> (D. Don.) Florin.	9,5	-	66,7	-	28,6	-	9,5	-
<i>Podocarpus nubigena</i> Lindl.	90,5	-	33,3	-	33,3	-	19,0	-
<i>Saxegothea conspicua</i> Lindl.	4,8	-	66,7	-	42,9	-	33,3	-
<i>Tepualia stipularis</i> (H. et A.) Griseb.	*	-	*	-	*	-	*	-
<i>Weinmannia trichosperma</i> Cav.	-	-	57,1	-	28,6	-	33,3	-
Forma de crecimiento: arbustiva								
<i>Desfontainia spinosa</i> Ruiz et Pavón	85,7	+	42,9	1	95,2	1	90,5	1
<i>Myrceugenia parviflora</i> (DC) Kausse	-	-	-	-	-	-	4,8	4
<i>Pernettya insana</i> (Mol.) D.J. Middleton	81,0	+	81,0	1	85,7	+	81,0	1
<i>Pernettya mucronata</i> var. <i>Microphylla</i> (L. f.) Gaud. ex Spreng	100,0	+	100,0	1	100,0	+	90,5	1
<i>Pseudopanax laetevirens</i> (Gay) Frodin.	-	-	19,0	+	23,8	+	4,8	+
Forma de crecimiento: helechos y herbáceas								
<i>Blechnum chilense</i> (Kaulf.) Mett.	-	-	38,1	+	47,6	+	71,4	1
<i>Blechnum magellanicum</i> (Desv.) Mett.	-	-	90,5	1	66,7	1	90,5	1
<i>Blechnum penna marina</i> (Poir.) Kuhn.	-	-	-	-	9,5	+	-	-
<i>Gleichenia quadripartita</i> (Poir.) Moore.	-	-	-	-	14,3	+	47,6	1
<i>Hymenoglossum cruentum</i> (Cav.) Presl.	14,3	+	4,8	1	9,5	+	-	-
<i>Hymenophyllum</i> spp.	100,0	1,0	81,0	+	76,2	+	85,7	1
<i>Lophosoria quadripinnata</i> (Gmel.) C. Chr.	-	-	19,0	+	9,5	+	33,3	1
Cyperaceae: ( <i>Uncinia erinacea</i> (Cav.) Pers., <i>Scirpus inundatus</i> (R.Br.) Poir., <i>Oreobolus obtusangulus</i> Gaudich, <i>Carex</i> spp.)	66,7	1,0	95,2	1	76,2	1	57,1	1
<i>Greigia sphacelata</i> (R. et P.) Regel	9,5	1,0	90,5	1	90,5	1	100,0	1
<i>Juncus</i> spp.	-	-	-	-	-	-	38,1	1
Forma de crecimiento: enredaderas y rastreras								
<i>Asteranthera ovata</i> (Cav.) Hanst.	-	-	4,8	+	9,5	+	9,5	+
<i>Capsidium valdivianum</i> (Phil.) Skottsb.	-	-	57,1	+	90,5	+	57,1	1
<i>Griselinia ruscifolia</i> (Clos) Ball.	28,6	+	9,5	+	38,1	+	47,6	1
<i>Luzuriaga polyphylla</i> (Hook.) Macbr.	81,0	1,0	76,2	+	28,6	+	61,9	1
<i>Philesia magellanica</i> Gmel.	100,0	2,0	100,0	2	95,2	2	100,0	3

\*No se contabilizó. \*\*Solamente encontrado como árbol. \*\*\*F para forma arbórea según regeneración presente.

\**T. stipularis* was not measured. \*\*Only in arboreal category. \*\*\*F for each arboreal category according to the actual regeneration.

**Cuadro 3.** Densidad, densidad relativa, altura media, diámetro medio cuadrático (DMC), área basal, área basal relativa y cobertura arbórea en el sitio prístino (L1) y en los sitios alterados (C1, C2 y C3).

Density, relative density, mean height, mean quadratic diameter, basal area, relative basal area and canopy cover on pristine site L1 and the disturbed sites C1, C2 and C3.

Especie	L1	C1	C2	C3
Densidad (árboles/ha)/%				
<i>P. uviferum</i>	380/43,7	240/27,9	100/9,6	40/4,3
<i>N. nitida</i>	240/27,6	400/46,5	280/26,9	170/18,5
<i>P. nubigena</i>	190/21,8	-	-	-
<i>D. winteri</i>	10/1,1	150/17,4	590/56,7	590/64,1
Otras especies	50/5,7	70/8,1	70/6,7	120/13,0
Total	870/100	860/100	1.040/100	920/100
Altura media (m)				
<i>P. uviferum</i>	11,4	6,0	3,3	5,3
<i>N. nitida</i>	7,4	4,0	4,6	4,2
<i>P. nubigena</i>	7,3	-	-	-
<i>D. winteri</i>	5,5	3,7	2,9	3,5
Otras especies	7,3	3,6	2,7	3,4
Total	9,1	4,4	3,4	3,7
DMC (cm)				
<i>P. uviferum</i>	28,6	14,6	8,5	7,5
<i>N. nitida</i>	14,6	10,3	10,7	10,9
<i>P. nubigena</i>	14,7	-	-	-
<i>D. winteri</i>	5,0	5,3	7,54	7,0
Otras especies	6,0	5,0	5,7	7,1
Total	20,1	10,2	8,4	7,7
Área basal (m <sup>2</sup> /ha)/%				
<i>P. uviferum</i>	27,23/75,0	5,46/53,5	1,2/16,0	0,2/3,8
<i>N. nitida</i>	4,87/13,3	4,24/41,6	3,1/41,3	1,83/35
<i>P. nubigena</i>	4,24/11,6	-	-	-
<i>D. winteri</i>	0,02/0	0,35/3,4	3,0/40	2,63/50,3
Otras especies	0,16/0	0,14/1,4	0,2/2,6	0,57/10,9
Total	36,52/100	10,2/100	7,5/100	5,23/100
Cobertura arbórea (%)				
<i>P. uviferum</i>	50,6	31,4	5,0	0
<i>N. nitida</i>	31,8	21,6	29,0	26,6
<i>P. nubigena</i>	10,8	2,0	0	4,0
<i>D. winteri</i>	0	14,6	58,6	36,0
<i>T. stipularis</i>	131,6	117,8	63,2	78,4
Otras especies	8,2	27,2	6,4	8,0
Total	233,0	214,6	162,2	153,0

árboles, indican el alto grado de competencia por espacio y luz existente en el área. Al igual que en L1, *T. stipularis* presentó los mayores valores de cobertura en C1, C2 y C3, pero creciendo como matorral denso sin desarrollo

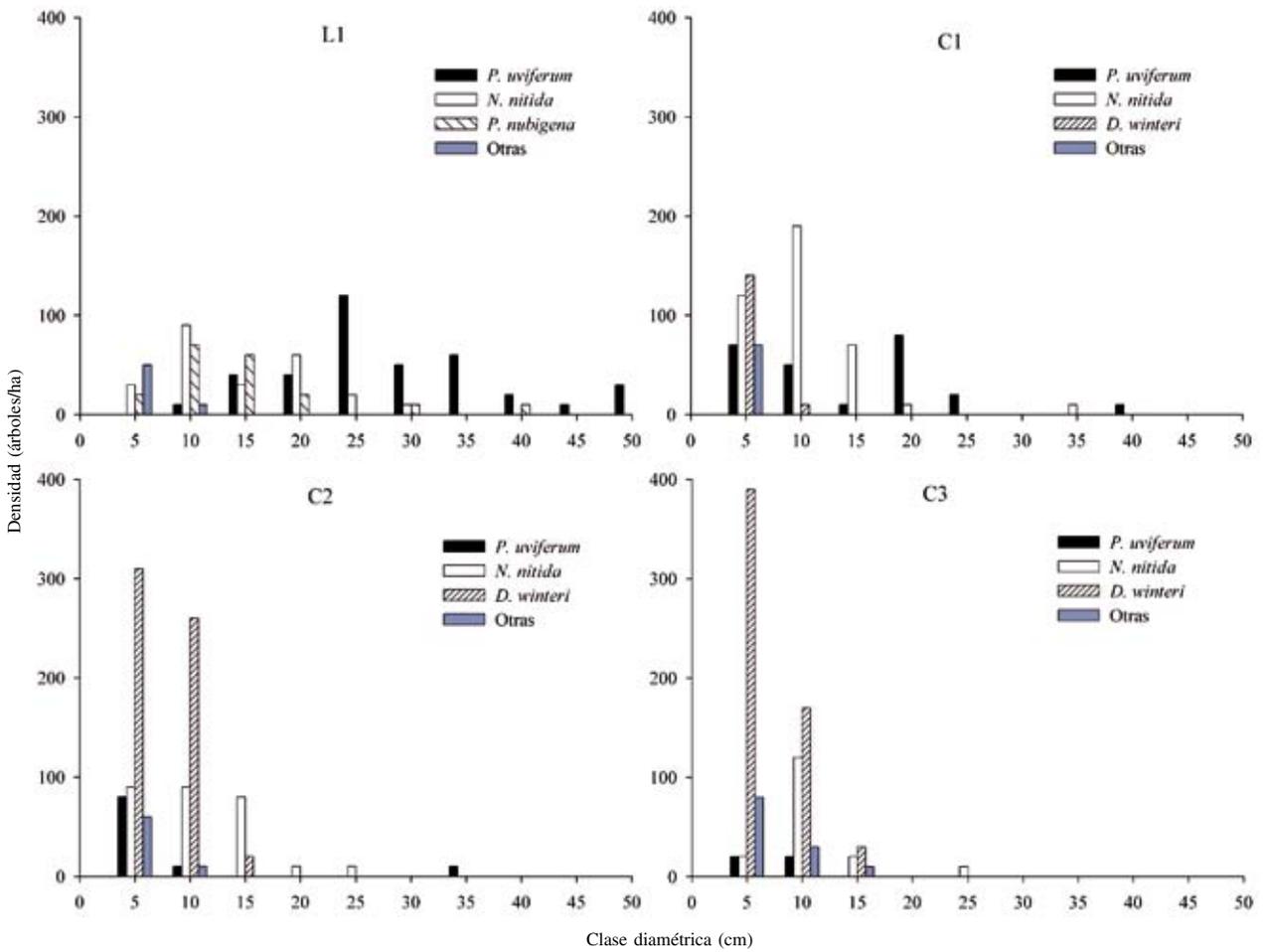
avanzado de sus fustes. La importancia de *D. winteri* y *N. nitida* aumentó en los lugares más alterados (C2 y C3). Por otro lado, en los lugares con menor impacto por el fuego (C1), la importancia de *P. uviferum* fue mayor. De esta forma los tres sectores alterados pueden ser definidos como “renovales mixtos con ciprés quemado” (Cruz y Lara 1981).

En cuanto a la distribución diamétrica (figura 2), se observó que *P. uviferum* fue la especie dominante en las clases superiores (25 a 50 cm) de L1. *Nothofagus nitida* y *P. nubigena* dominaron las clases bajo 25 cm, disminuyendo drásticamente su frecuencia en las clases superiores. Otras especies, como *G. avellana*, *E. coccineum* y *D. winteri*, sólo se presentaron en las clases inferiores y con bajas frecuencias. En los sitios alterados se puede observar cómo *N. nitida* y *D. winteri* dominaron las clases diamétricas inferiores (figura 2). En C2 y C3 la participación de *P. uviferum* fue muy baja, contrastando con C1 que mostró la situación inversa. En los tres sitios quemados, los individuos de *P. uviferum* se ubicaban de forma agrupada, cercanos a los árboles remanentes (C1) o solamente sobre suelo saturado de agua con presencia de *Sphagnum magellanicum* Bridel (C2 y C3).

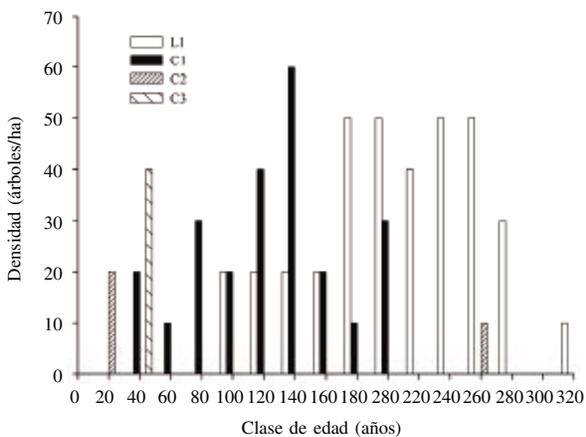
La estructura de edades de *P. uviferum* en L1 (figura 3) presentó una curva normal desplazada a la derecha, formada por una sola cohorte de amplio rango de edades (96-321 años), lo que es frecuente en bosques coetáneos de lento crecimiento. En el patrón de crecimiento de los anillos de los sitios quemados C1, C2 y C3 se observaron restricciones de crecimiento en el año 1944 y liberaciones en los años posteriores. De esta forma se pudo estimar el año 1944 como la fecha del incendio. Esta estimación se comprobó con información histórica proveniente de pobladores aledaños al área de estudio que mencionaron un incendio de grandes dimensiones coincidente con esa fecha. Cabe destacar que no se identificaron incendios anteriores a dicha fecha, tanto en los tarugos de incremento como en la “memoria colectiva” de los lugareños.

En la figura 3 se puede observar que C1 conservó más individuos remanentes de *P. uviferum* que C2 y C3. Los individuos de *P. uviferum* remanentes de C1 permanecieron con una estructura de edades coetánea. No obstante, la colonización con individuos posincendio dio lugar actualmente a un bosque de estructura multietánea, con una nueva cohorte. En C3 todos los árboles se originaron con posterioridad al incendio, existiendo solamente una clase de edad, por lo que presentaron una curva coetánea con una nueva cohorte. En C2 los árboles pertenecieron a dos clases de edad bien diferenciadas, los sobrevivientes al incendio con una edad promedio de 260 años y una segunda cohorte de 20 años de edad promedio.

En general, se puede observar que en L1 *D. winteri*, *P. nubigena* y *N. nitida* fueron las especies más exitosas en el establecimiento y posterior desarrollo como brinzales (cuadro 4). En este estado sucesional *P. uviferum* no tuvo éxito en el establecimiento de su regeneración.



**Figura 2.** Estructura diamétrica por especie para el sitio prístino L1 y los sitios alterados C1, C2 y C3.  
 Diametric structure of tree species on pristine site L1 and the disturbed sites C1, C2 and C3.



**Figura 3.** Estructura de edades de *P. uviferum* en el sitio prístino L1 y en los sitios alterados C1, C2 y C3.  
 Age structure of *P. uviferum* on pristine site L1 and the disturbed sites C1, C2 and C3.

La regeneración arbórea encontrada en C1, C2 y C3 se localizó principalmente sobre suelo mineral, teniendo gran parte de su origen a partir de semillas. *Drimys winteri* resultó ser la especie más exitosa en el establecimiento y posterior desarrollo como brinzal. Como acompañantes le siguieron *N. nitida*, *L. ferruginea*, *W. trichosperma* y *S. conspicua*. En C1 y C2 *P. uviferum* creció abundantemente pero en forma agrupada por micrositos. Esto tal vez se deba a que la especie estaba creciendo solamente en lugares muy localizados, saturados de agua y donde las otras especies no ofrecen mayor competencia. Otras especies como *C. paniculata*, *P. nubigena* y *E. coccineum* tuvieron bajas densidades relativas en los sitios alterados. *Gevuina avellana* sólo se encontró regenerando en el sitio prístino L1.

*Reconstrucción de la estructura original.* En C1, C2 y C3 hubo una profunda transformación y pérdida de estructura, que se refleja en la reconstrucción de área basal,

**Cuadro 4.** Densidad relativa de la regeneración arbórea en el sitio prístino L1 y en los sitios alterados C1, C2 y C3.

Relative density of tree regeneration on pristine site L1 and the disturbed sites C1, C2 and C3.

Especie	Plántulas (%)								Brinzales (%)			
	1-50 cm				51-200 cm							
	L1	C1	C2	C3	L1	C1	C2	C3	L1	C1	C2	C3
<i>C. paniculata</i>	0	3	0	7	0	1	0	5	0	0	0	0
<i>D. winteri</i>	56	15	6	21	23	28	33	52	8	24	52	59
<i>G. avellana</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0
<i>E. coccineum</i>	0	6	0	1	0	6	0	0	0	8	0	0
<i>L. ferruginea</i>	0	17	22	50	0	1	4	10	0	0	0	14
<i>N. nitida</i>	7	17	20	0	27	14	7	2	62	16	9	7
<i>P. uviferum</i>	2	15	32	0	4	26	17	2	0	32	26	3
<i>P. nubigena</i>	34	6	9	7	46	5	4	5	23	4	0	3
<i>S. conspicua</i>	0	17	9	14	0	10	31	14	0	0	0	0
<i>W. trichosperma</i>	0	4	2	0	0	9	4	10	0	16	13	14

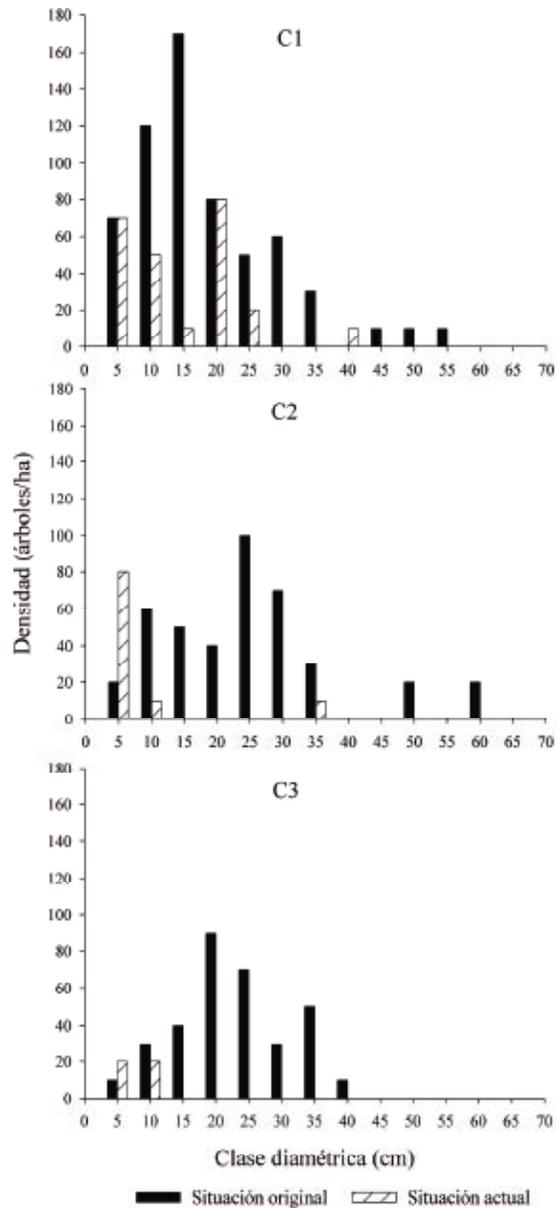
densidad y estructura diamétrica (cuadro 5 y figura 4). La reducción de área basal debida al incendio fue, en el caso más favorable, de sobre 75% (C1), con valores extremos de 95% en C2 y 99% en C3. En cuanto a la densidad, las reducciones serían menores pero considerables, entre 61% (C1) y 88% (C3). El área basal y densidad original (previa al incendio) de *P. uviferum* en C2 fue muy similar a la observada en L1, pudiendo ser catalogado este sitio originalmente como un bosque de “tepú con ciprés muy ralo” (Cruz y Lara 1981). C3 pertenecería al mismo tipo de bosque pero, probablemente por peores condiciones de sitio, presentaría valores más bajos que L1 (diferencia en área basal de 11,82 m<sup>2</sup>/ha). La condición original de C1 sería la de un bosque de “ciprés-tepú” con una alta área basal acumulada.

Según las distribuciones diamétricas reconstruidas y teniendo en cuenta el lento establecimiento de *P. uviferum* en los lugares que coloniza (figura 4), se podría confirmar el tipo de bosque original al que pertenecían los sitios alterados.

**Cuadro 5.** Área basal y densidad (viva, muerta y original) de *P. uviferum* para cada sitio, y sus respectivas reducciones respecto a la situación original.

Living, death and original density, and basal area of *P. uviferum* for each study site and their respective reductions to the original situation.

Indicador	L1	C1			C2			C3		
		Viva	Muerta	Original	Viva	Muerta	Original	Viva	Muerta	Original
Área basal (m <sup>2</sup> /ha)	27,23	5,46	20,22	22,1	1,2	24,5	24,99	0,2	15,41	15,41
Reducción (%)				75,3			95,2			98,7
Densidad (árboles/ha)	380	240	480	610	100	400	410	40	330	330
Reducción (%)				60,7	75,6		95,2			87,9



**Figura 4.** Cambios en estructura diamétrica de *P. uviferum* en los sitios alterados C1, C2 y C3.

Diametric structure changes of *P. uviferum* on sites C1, C2 and C3.

Las curvas diamétricas originales de C2 y C3 serían típicas de bosques multiestratificados con curvas aplanadas y de gran rango de diámetros, como son los bosques de “tepú con ciprés muy ralo”. C1 presentó, entre las clases 5 y 15 cm, una curva de pendiente positiva; y a partir de la clase 15 cm una curva con pendiente negativa. Esto indicaría que la tasa de reclutamiento estaría decayendo con el consiguiente aplanamiento de su estructura diamétrica.

## DISCUSIÓN

*Cambio de estructura y estado de conservación de P. uviferum.* Luego de los grandes cambios en el hábitat, la mayor luminosidad y menor competencia por nutrientes en los estratos más bajos de los cipresales quemados (C1, C2 y C3) respecto al prístino (L1) determinarían la existencia de una mayor riqueza de especies en los sitios alterados, principalmente en hierbas y helechos y en enredaderas y rastreras. Cabe destacar que en C1, C2 y C3 se observó la presencia de *W. trichosperma*, *C. paniculata* y *L. ferruginea*, las cuales son especies arbóreas características de sitios alterados por el fuego.

La situación es inversa para los cambios en estructura. Las enormes reducciones de área basal, densidad y cobertura del dosel cambiaron las condiciones de los rodales (principalmente micrositio) y se hicieron adecuadas para que especies de crecimiento más rápido que *P. uviferum* dispersaran sus semillas desde áreas aledañas y se establecieran en forma masiva. También hubo fuertes cambios en la estructura diamétrica y de edades de *P. uviferum*. En este sentido es muy difícil que en C2 y C3, donde debido a la mayor magnitud del incendio prácticamente no hay individuos remanentes de *P. uviferum*, las pequeñas clases diamétricas existentes puedan desarrollarse y dominar el lugar. Debido a la competencia, estos individuos sólo podrán crecer con una densidad muy baja que impediría recuperar la estructura diamétrica original. En el caso del sitio C1, las clases 20 y 25 cm de DAP (figura 2) no son parte de una colonización iniciada por *P. uviferum* en el área, sino que pertenecen a los pocos remanentes de menor tamaño que sobrevivieron al fuego. De esta forma, después del incendio *N. nitida* y *D. winteri* invadieron el área, seguidos por otras especies como *L. ferruginea*, *E. coccineum* y *W. trichosperma*. Este cambio de composición y estructura estaría inhibiendo el establecimiento de *P. uviferum* en forma masiva. Algo parecido ocurriría con la estructura etárea, donde debido a la inhibición del reclutamiento de individuos de *P. uviferum* y al aumento en la velocidad de la sucesión, no se podría lograr a futuro un rango de edades tan amplio con una sola cohorte como en L1. De esta forma C1, que es el sitio que ha sido menos afectado por el incendio, sería el único sitio de los quemados con posibilidades de recuperación en forma natural. Cambios estructurales de tal magnitud estarían dando cuenta del mal estado de conservación en que se encuentra *P. uviferum* y de la profunda transformación que

sufrió el lugar. De esta forma la hipótesis planteada en el presente estudio es respaldada por los resultados obtenidos, especialmente en los sitios quemados C2 y C3, y teniendo en cuenta los cinco supuestos establecidos.

El daño producido por el incendio no fue homogéneo en toda el área de estudio. Se observó que en los pocos lugares donde existen árboles remanentes (C1), producto de una mayor protección topográfica (debido a su ubicación cercana a quebradas), aumentó la regeneración de *P. uviferum*. Asimismo los individuos pequeños de *P. uviferum* se agruparon en los sectores de peor drenaje, donde tienen una menor competencia interespecífica. En los sitios de mejor drenaje existe una mayor cantidad de oxígeno y elementos nutritivos, pero también mayor competencia. En estos casos *P. uviferum* no puede competir contra las tasas de crecimiento de las otras especies. Según Cruz y Lara (1981), la sobrevivencia o destrucción de los árboles padres como fuentes de semillas y las alteraciones de las propiedades fisicoquímicas del suelo (por la destrucción de la capa mucinal y detritus orgánicos de la superficie del suelo) serían variables esenciales que determinarían la ausencia o presencia de la regeneración. Plaza (2001) ha observado este tipo de dinámica en la Región de Aysén, donde los bosques de *P. uviferum* estarían recuperándose luego de los incendios ocurridos en el siglo XX.

Afortunadamente en el área de estudio existen bosques prístinos de *P. uviferum*, de gran complejidad estructural (L1), que no fueron alterados y que pueden dar testimonio de la estructura y composición que tenían originalmente los bosques quemados. El bosque prístino del sitio L1 presentó una curva etárea coetánea y ausencia de individuos bajo los 96 años (figura 3). Si a esto se le suman las condiciones de drenaje que caracterizan a la dinámica de esta especie, *P. uviferum* estaría probablemente presentando un modo de regeneración esporádico relacionado al drenaje existente. Lara *et al.* (1999) analizaron un bosque de *P. uviferum* prístino en la Cordillera Pelada, y también lo catalogan como una población coetánea y con modo de regeneración esporádico. En el sitio L1 *P. uviferum* presenta una baja densidad relativa de su regeneración (cuadro 4), lo que sumado a lo observado en la estructura etárea confirmaría su inhibición actual y reemplazo a futuro por otras especies. La totalidad de la regeneración arbórea se encontró exclusivamente en los lugares más abiertos, desprovistos de la cobertura de *T. stipularis*, en micrositios donde se forma un suelo orgánico con acumulación de musgos y líquenes. Estos micrositios pueden encontrarse a más de un metro sobre el suelo mineral. Los rodales prístinos de este tipo son escasos y en general desarrollan comunidades discretas de escaso tamaño. Sin embargo, este tipo de bosques prístinos de *P. uviferum* son ecológicamente muy importantes, ya que son una posible fuente de recuperación, al proveer semillas para la colonización de áreas vecinas.

*Dinámica de P. uviferum.* Basándose en los trabajos realizados por Cruz y Lara (1981), Donoso (1993), Plaza

(2001), Bannister (2004) y Soto (2004), y en los resultados de este estudio, la sucesión natural de una comunidad dominada por *P. uviferum*, estaría íntimamente relacionada con un gradiente de mejoramiento de drenaje, dentro del cual se ubicarían los distintos tipos de comunidades con *P. uviferum* descritos por Cruz y Lara (1981). La sucesión primaria comenzaría en los sectores planos sin drenaje, como una turbera, en que los pioneros iniciales son musgos del tipo *Sphagnum* spp. o gramíneas. Luego de esto la intemperización del material metamórfico y el desarrollo en altura de la turba originan zonas de mejor drenaje que son colonizadas por *P. uviferum* (“turbera con ciprés”). Esta comunidad se sigue desarrollando, dando paso a un “bosque abierto de ciprés”, que presenta una estructura multietárea y regeneración muy abundante. La gran competencia intraespecífica generada por las extremas condiciones de sitio determina una alta tasa de mortalidad, la cual genera una curva diamétrica de forma “J invertida” con fuerte pendiente negativa.

A medida que van mejorando las condiciones de drenaje del suelo se inicia la invasión de especies más exigentes, como *N. betuloides* y *T. stipularis*. Así se constituye el “bosque de ciprés-tepú”. Al igual que en el caso anterior, *P. uviferum* mantiene una estructura rica en clases etáreas, pero el establecimiento y desarrollo de su regeneración disminuyen debido a la cobertura formada por las otras especies. En la medida que las especies asociadas a *P. uviferum* se desarrollan, forman un dosel continuo que produce más sombra e inhibe el establecimiento *P. uviferum*. Por esto la estructura diamétrica multietárea se aplanan y se forma un “bosque de tepú con ciprés muy ralo” (bosque prístino del sitio L1). Finalmente, los suelos gley en que se desarrollan estas comunidades se van modificando a condiciones de mejor drenaje relativo, donde *P. uviferum* es desplazado por un bosque húmedo dominado por *T. stipularis*, *N. nitida* y *P. nubigena* (“bosque húmedo de tepú”). Si las condiciones de mal drenaje se mantuvieran en el tiempo, la comunidad se mantendría en los estados iniciales de desarrollo, siendo ésta la expresión máxima de esa línea sucesional (muy común en sustratos metamórficos). La dinámica de bosques está íntimamente relacionada con las perturbaciones que ocurren en el área. En los bosques de *P. uviferum*, si las perturbaciones no pasan el umbral de persistencia del ecosistema, es posible una recuperación a su estado inicial. En caso contrario, *P. uviferum* es incapaz de persistir en el área y es desplazado de ella por un “renewal mixto con ciprés quemado” compuesto por *N. nitida*, *D. winteri* y *T. stipularis*, pertenecientes a una secuencia sucesional distinta (bosques quemados de los sitios C1, C2 y C3).

Los estudios de dinámica para esta especie deben seguir siendo desarrollados, aumentando el número de comunidades estudiadas en Chiloé y abarcando una mayor proporción de la distribución geográfica de la especie. De esta forma se podría estudiar de forma más amplia la respuesta que tienen estos bosques a las alteraciones históricas. En este sentido,

y a diferencia de lo observado en Chiloé, los pocos estudios sobre el tema en la región de Aysén (Plaza 2001, Szeicz *et al.* 2003), más observaciones de terreno del autor, señalan la existencia de diferencias en los tipos de comunidades y su respuesta a los incendios. Esto abre a futuro grandes necesidades de investigación para la especie.

## CONCLUSIONES

En el centro sur de la Cordillera de la Costa de Chiloé el fuego produjo severos cambios en la estructura y en la composición florística de los bosques de *P. uviferum*. Posiblemente estos cambios traspasaron el umbral de persistencia de los sitios dominados por *P. uviferum* de modo que, transcurridos más de 60 años, éste es incapaz de recuperar su estado original. Los incendios, como eventos catastróficos, han dado lugar a la formación de renovales mixtos de *N. nitida* y *D. winteri*, pertenecientes a una secuencia sucesional distinta. Pese a esto, existen pequeños fragmentos prístinos de *P. uviferum*, los cuales presentan una gran complejidad estructural y tienen un gran valor ecológico al servir de proveedores de semilla para las áreas alteradas cercanas.

En su forma original, los bosques alterados de *P. uviferum* en la zona de estudio eran bosques maduros, con una estructura compleja y sucesionalmente estaban en etapas avanzadas. La estructura de estos bosques fue seriamente dañada y reducida por el fuego, existiendo reducciones de sobre 90% en área basal y de sobre 87% en densidad. Además, la mayor luminosidad y la menor competencia por nutrientes en los estratos más bajos de los cipresales quemados determinan la existencia en éstos de una mayor riqueza de especies.

El desarrollo de la dinámica sucesional de una comunidad dominada por *P. uviferum* estaría íntimamente relacionado con un gradiente de mejoramiento del drenaje del suelo, dentro del cual se ubicarían los distintos tipos de comunidades con *P. uviferum*. Los próximos avances en la investigación sobre la especie debieran ir enmarcados en el estudio de su dinámica y su respuesta a las alteraciones históricas.

## AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue realizado con el apoyo y financiamiento del Proyecto BIOCORES (Biodiversity, conservation, restoration and sustainable use in fragmented forest landscapes), programa INCO IV, contrato No. ICA 4-CT-2001-10095 de la Comunidad Europea. Se agradece a Daniel Soto por sus comentarios y ayuda, a Raúl Bertín, Rodrigo Vargas, Rodrigo Peñaloza, Camila Bustos, Patricio Romero y Marie Laure por la ayuda en el trabajo de terreno, a Natalia Carrasco por su apoyo con las figuras y a Carolina Schweikart por su ayuda en la traducción.

## REFERENCIAS

- Allnutt TR, AC Newton, A Premoli, A Lara. 2003. Genetic variation in the threatened South American conifer *Pilgerodendron uviferum* (Cupressaceae), detected using RAPD markers. *Biological Conservation* 114:245-253.
- 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 Ingeniero Forestal. Valdivia, Chile. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile. 49 p.
- CONAF (Corporación Nacional Forestal, CL), CONAMA (Comisión Nacional del Medio Ambiente, CL), BIRF (Banco Mundial), Universidad Austral de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile, Universidad Católica de Temuco. 1997. Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile. Informe Nacional con Variables Ambientales. Santiago, Chile. 88 p.
- Cruz G, A Lara. 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 Ingeniero Forestal. Santiago, Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Veterinarias, Universidad de Chile. 215 p.
- Di Castri F, E Hajek. 1976. Bioclimatología de Chile. Santiago, Chile. Vicerrectoría Académica de la Universidad Católica de Chile. 128 p.
- Donoso C. 1993. Bosques Templados de Chile y Argentina. Variación, estructura y dinámica. 4ª ed., Santiago, Chile. Editorial Universitaria. 484 p.
- Hoffmann A. 1999. El Bosque Chilote: Historia natural del Archipiélago de Chiloé. Conservación y desarrollo sustentable de sus bosques y biodiversidad. Defensores del Bosque Chileno. 108 p.
- Lara A, S Fraver, JC Aravena, A Wolodarsky-Franke. 1999. Fire and dynamics of *Fitzroya cupressoides* (Alerce) forests of Chile's Cordillera Pelada. *Ecoscience* 6:100-109.
- 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* 4:3-11.
- Pérez CA, JJ Armesto, C Torrealba, M Carmona. 2003. Litterfall dynamics and nitrogen use efficiency in two evergreen temperate rainforests of southern Chile. *Austral Ecology* 28:591-600.
- Plaza J. 2001. Dinámica de renovales de Ciprés de las Guaitecas (*Pilgerodendron uviferum* [D. Don] Florin) en la zona de Lago Vargas, Provincia Capitán Prat, XI Región. Tesis Ingeniero Forestal. Valdivia, Chile. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile. 78 p.
- Roig FA. 1991. Dendrocronología y dendroclimatología del bosque de *Pilgerodendron uviferum* en su área norte de dispersión. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 27:217-234.
- Rovere AE, AC Premoli, AC Newton. 2002. Estado de conservación de Ciprés de las Guaitecas (*Pilgerodendron uviferum* [D. Don] Florin) en Argentina. *Bosque* 23:11-20.
- Soto D. 2004. Estado de conservación de Ciprés de las Guaitecas en la Provincia de Valdivia. Trabajo de Titulación Ingeniero Forestal. Valdivia, Chile. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile. 37 p.
- Stokes M, T Smiley. 1968. An introduction to tree-ring dating. Chicago, USA. University of Chicago Press. 48 p.
- Szeicz J, A Lara, S Díaz, JC Aravena. 2000. Dendrochronological studies of *Pilgerodendron uviferum* in southwestern South America. In Roig FA ed. Dendrocronología en América Latina. Mendoza, Argentina. EDIUNC. p. 245-269.
- Szeicz J, S Haberle, K Bennett. 2003. Dynamics of North Patagonian rainforests from fine-resolution pollen, charcoal and tree-ring analysis, Chonos Archipiélago, Southern Chile. *Austral Ecology* 28:413-422.

Recibido: 02.03.07

Aceptado: 15.11.07