

# Recuperación de bosques de *Pilgerodendron uviferum* (D. Don) Florin luego de perturbaciones antrópicas en la Cordillera de la Costa de Valdivia, Chile

## Recovery of *Pilgerodendron uviferum* (D. Don) Florin forest after antropogenic disturbance in the Valdivian Costal Range, Chile

PAUL SZEJNER<sup>1\*</sup>, CARLOS LE QUESNE<sup>1</sup>, MAURO E. GONZÁLEZ<sup>1,2</sup> & DUNCAN A. CHRISTIE<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Dendrocronología y Ecología de Bosques, Facultad de Ciencias Forestales y Recursos Naturales, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile.

<sup>2</sup>Núcleo Científico Milenio FORECOS, Casilla 567, Valdivia, Chile.

\*pszejner@gmail.com

### RESUMEN

Los cambios provocados por sucesivas y/o severas alteraciones pueden causar la transformación o pérdida de un sistema ecológico. En el presente trabajo se cuantifica la pérdida estructural y su posterior recuperación después de alteraciones antrópicas en dos fragmentos de *Pilgerodendron uviferum* (D. Don) Florin ubicadas en la Reserva Nacional Valdivia. Se estudió la estructura y composición de los fragmentos, y las evidencias de alteraciones antrópicas. La presencia de abundantes árboles quemados y tocones indica que el fuego y la extracción de madera han sido los principales agentes que han determinado la estructura y composición actual de dichos fragmentos. Para ambos casos, el 86 % del área basal corresponde a individuos muertos y el 14 % a individuos vivos. Se cuantificó una abundante regeneración natural post-alteración, con una alta riqueza de especies en el sotobosque característica de estos bosques. No obstante, actualmente ambos fragmentos presentan amenazas que podrían alterar el curso de la sucesión secundaria de este frágil ecosistema ubicado en la Cordillera de la Costa valdiviana.

**PALABRAS CLAVE:** Ciprés de las Guaitecas, alerce, deforestación, regeneración natural, flora austral, Cordillera de la Costa.

### ABSTRACT

The loss and decline of one ecosystem can be triggered by continuous changes in structure made by frequent and/or severe disturbances. Therefore we quantify the structural losses and the posteriori recovery after man-made disturbances of two fragments of *P. uviferum* in the Reserva Nacional Valdivia (RNV; 40°S) by studying the evidence of human disturbance and forest structure. Our results indicate frequent burned trees and stumps, indicating that slash and burn are the main factor shaping the present structure of these forest fragments. In both cases 86% of the basal area was represented by dead tress, and 14% of basal area by living individuals. The results show a severe past disturbance and the recovery of those *P. uviferum* forests by the abundant recruitment with a very high flora richness which is characteristic of this forest ecosystem. Nevertheless we found that some human-made disturbances can alter the successional patchways of this endangered ecosystem in the Cordillera de la Costa Valdiviana.

**KEYWORDS:** Ciprés de las Guaitecas, alerce, deforestation, natural regeneration, southern flora, Cordillera de la Costa.

### INTRODUCCIÓN

Los principales factores que han determinado el actual estado de conservación de los bosques de *Pilgerodendron uviferum* (D. Don) Florin son la explotación indiscriminada,

la presencia de ganado, el fuego y el reemplazo de sus bosques por plantaciones de especies exóticas de rápido crecimiento (Soto *et al.* 2007). La continua presión y severidad de estos factores, han resultado en una importante disminución de la resiliencia de los bosques de

*P. uviferum*. (Soto *et al.* 2007, Bannister *et al.* 2008). En la actualidad, los fragmentos septentrionales de *P. uviferum* presentan serios problemas de conservación (Bannister *et al.* 2008, Soto *et al.* 2010), encontrándose catalogada como “vulnerable” por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y en el Apéndice I de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, CITES (Hechenleitner *et al.* 2005).

*P. uviferum* es la conífera más austral del mundo, presentándose en fragmentos aislados en su distribución norte desde los 39° 35' S en los Andes y 39° 50' en la Cordillera de la Costa (Martínez 1981, Soto *et al.* 2007), hasta los 50° 32' sur (Premoli *et al.* 2002). *P. uviferum* puede alcanzar diámetros de hasta 1 m, y alturas de más 20 m, y superar los 860 años de edad (Aravena 2007). Generalmente ocupa sitios planos con mal drenaje conocidos como turberas o mallines (Donoso 1993, Szeicz *et al.* 2000, Premoli *et al.* 2001, Plaza 2001).

Los bosques presentes en dichas turberas o mallines en la Cordillera de la Costa valdiviana se caracterizan por ser relictos biogeográficos, que alcanzaron esta región durante la última glaciación pleistocénica (Villagrán 1991, Premoli *et al.* 2002). Dicha condición hace que estos fragmentos de *P. uviferum* estén altamente presionados y amenazados por el cambio de uso del suelo (Soto & Figueroa 2008) y por el cambio climático que conlleva el aumento de las sequías estivales en la región (Garreaud & Fuenzalida 2007). Sin embargo el impacto que representa la pérdida de hábitat y fragmentación tiene consecuencias en la conservación de la biodiversidad. Estas consecuencias abarcan un espectro transversal, desde la disminución del flujo genético (Allnutt *et al.* 2003, Premoli *et al.* 2002) hasta la interrupción de procesos ecológicos claves que pueden comprometer la salud de los ecosistemas (Margules & Pressey 2000, Fahrig 2003).

En la Cordillera de la Costa valdiviana, a partir del siglo XVIII los bosques nativos comenzaron a ser fuertemente explotados (Martínez & Muñoz 1988, Lara *et al.* 2006) por la acción de colonos que redujeron drásticamente su área de ocupación mediante talas, quemas y habilitación para terrenos agrícolas (Veblen & Ashton 1982, Almonacid 1998, Guarda 2001, Szeicz *et al.* 2003), lo cual se intensificó desde mediados del siglo XIX con la instalación de los primeros aserraderos y luego en el siglo XX cuando inició sus actividades la empresa siderúrgica Altos Hornos de Corral, que consumía grandes cantidades de madera para su funcionamiento (Skewes 2001).

El objetivo del presente estudio fue cuantificar la pérdida estructural de dos bosques de *P. uviferum* que han sido sometidos a severas perturbaciones antrópicas, evaluando el proceso de recuperación mediante un análisis florístico y dendroecológico en la Reserva Nacional Valdivia (RNV).

## MÉTODOS

### ÁREA DE ESTUDIO

El estudio fue realizado en la RNV ubicada en la comuna de Corral 40°S, 73°15'O (Fig. 1), caracterizada por un clima templado lluvioso con influencia estival mediterránea (Rivera *et al.* 2002). Se trabajó en dos fragmentos de bosque con presencia de *P. uviferum*, denominados Espinillales (ESP) y Catrilelfu (CAT). ESP está situado a una altitud de 430 msnm, posee forma alargada, una superficie de 14 ha. CAT se encuentra a una altitud de 606 msnm, con forma ovoida, y una superficie de 5 ha (Fig. 1).

Ambos fragmentos están ubicados en suelos de la serie “Pelada” que se caracterizan por ser delgados, de coloración pardo grisáceo a gris oscuro por efecto de gleyzación que genera un pH fuertemente ácido (Frank & Finckh 2003), y poseen un material parental que proviene de esquistos metamórficos (Schlatter *et al.* 2003). El relieve corresponde a un terreno alto, plano a ondulado, con pendientes menores a 5% (Frank & Finckh 2003). La vegetación circundante de estos fragmentos corresponde a una matriz de bosques secundarios (renovales) de *Fitzroya cupressoides* (Molina) I.M.Johnst. y *Drimys winteri* J.R. Forst. & G. Forst. con una alta abundancia de la planta invasora *Ulex europaeus* L. Además, en el fragmento CAT existen otras formaciones como bosquetes de *Tepualia stipularis* (Hook. & Arn.) Griseb y bosques mixtos de *F. cupressoides* con *Nothofagus dombeyi* (Mirb.) Oerst. Dicha matriz ecológica es consecuencia de grandes intervenciones antrópicas que datan de aproximadamente un siglo (Guarda 2001).

### RECOLECCIÓN DE DATOS

Con el fin de determinar la estructura boscosa, en cada fragmento se establecieron tres parcelas de 400 m<sup>2</sup> (20 x 20 m). Cada una se localizó al azar dando igual probabilidad de selección a todos los individuos de la comunidad, dentro de las parcelas se cuantificó para cada especie arbórea los brinzales (individuos < 5 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP 1,3 m) y > 2 m de altura), a los árboles vivos (individuos > 5 cm de DAP y > a 2 m de altura) se les registró el DAP y se les clasificó en tres categorías de vitalidad en función de su copa (Rovere *et al.* 2002), esto es: sano > 80 %, parcialmente seco 80 a 20 %, seco < 20 %. A los árboles muertos (individuos > 5 cm de DAP y > a 2 m de altura) se les registró el DAP y el diámetro a la altura del tocón (DAT 0,3 m). Con el fin de cuantificar la regeneración de las especies arbóreas y determinar la composición florística de cada comunidad de bosque, se trazaron en el interior de cada una de las tres parcelas de 400 m<sup>2</sup> tres transectos de 20 m de largo equidistantes a 5 m., sobre ellos se instalaron 15 subparcelas de 2 m<sup>2</sup> (2 x 1 m) cada 2 m, en las que se cuantificó la regeneración de especies arbóreas (individuos entre 10 y 200 cm de altura y un DAP < 5 cm), y se registró

la composición florística a nivel de especies de árboles, arbustos, herbáceas, helechos, musgos y hepáticas siguiendo los criterios de Braun-Blanquet (1979). Finalmente, para determinar la fecha aproximada de establecimiento de los fragmentos se muestrearon 51 individuos vivos. Para ello se extrajeron dos tarugos de incremento a especímenes > 5 cm de DAT, a una altura de 30 cm. Dichos individuos fueron seleccionados aleatoriamente en ambos fragmentos, 23 en ESP y 28 en CAT. Debido a las alteraciones antrópicas pasadas los individuos exhiben marcadas liberaciones y supresiones del crecimiento, acompañadas de microanillos (Szejner 2007). Lo anterior dificulta la detección de un patrón común en el crecimiento, e impide el fechado dendrocronológico de las series (Stokes & Smiley 1968, Fritts 1976).

ANÁLISIS DE DATOS

Con la finalidad de comparar la distribución diamétrica de los individuos muertos y vivos, se estimó el DAP de los individuos muertos (es decir, tocones bajo los 1,30 m de

altura) mediante un modelo lineal de regresión entre el DAP y el DAT ( $y = a + bx$ ), cuyos estadísticos son los siguientes CAT ( $n = 78$ );  $R^2 = 0,92$ ;  $P < 0,001$ ;  $F_{1,76} = 843,15$  y ESP ( $n = 87$ );  $R^2 = 0,97$ ;  $P < 0,001$ ;  $F_{1,85} = 2666,2$ . Dichos estadísticos validan la estimación del DAP mediante el DAT.

Los 51 tarugos de madera previamente pulidos y observados bajo lupa estereoscópica (Stokes & Smiley 1968) fueron utilizados para estimar las fechas de establecimiento a través del conteo de los anillos de crecimiento. Mediante un modelo de regresión lineal fue analizada la relación entre la edad de los árboles con el DAP, utilizando como variable dependiente a la edad y el DAP como variable independiente.

La composición del sotobosque se analizó mediante el valor de importancia relativo "VI" de cada especie, sumando la cobertura relativa y la frecuencia relativa de cada especie (Cottam & Curtis 1956, Donoso 1993). Se estimó la densidad del total de plántulas regenerando en cada fragmento y se comparó mediante la prueba de Mann-Whitney con un nivel de confianza de 95 %.

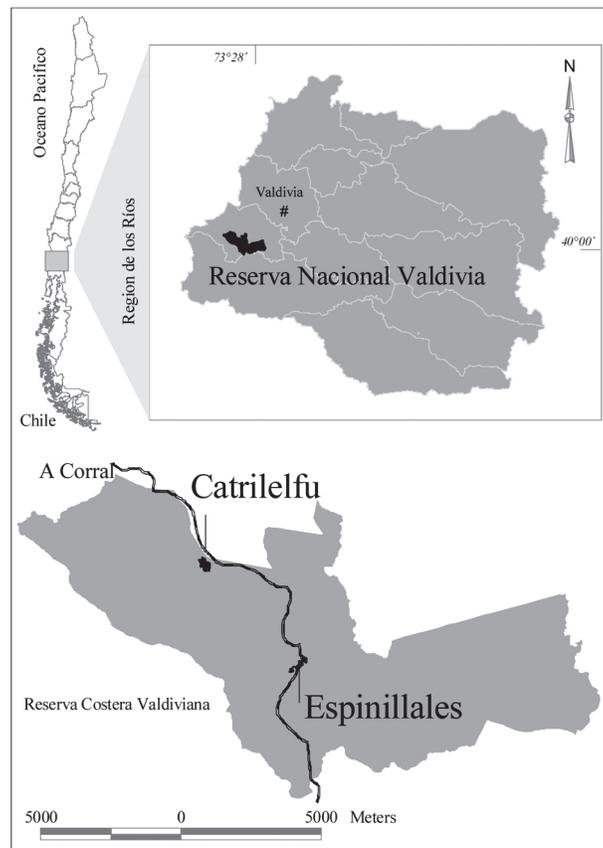


FIGURA 1. Ubicación de la Reserva Nacional Valdivia (RNV) y los sitios de estudio de Espinillales (ESP) y Catrilelfu (CAT).

FIGURE 1. Location of the Valdivia National Reserve (RNV) and the studied forest fragments Catrilelfu (CAT) and Espinillales (ESP).

## RESULTADOS

### COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA ARBÓREA

El estrato arbóreo en CAT se encuentra dominado por *P. uviferum* con una participación del 91,8 % de la densidad arbórea, seguido por *F. cupressoides*, *N. betuloides* y *D. winteri*, representados por el 4,6, 2,7 y 0,9 %, respectivamente. El fragmento ESP está compuesto por *F. cupressoides* que comprende un 60,3 % de la densidad, seguido por *P. uviferum* con una participación del 37,1 % y por último con una participación del 2,6 % por *N. betuloides* (Tabla I). La distribución diamétrica en ambos sitios se asemeja a una curva exponencial negativa, lo cual indicaría un establecimiento continuo de *P. uviferum* y *F. cupressoides*. Mientras que las especies como *N. betuloides* y *D. winteri* no muestran ninguna tendencia debido al escaso número de individuos en el sitio. Sin embargo, los individuos vivos se encuentran presentes sólo en las clases diamétricas inferiores, lo cual muestra que es un bosque en etapa de iniciación (Veblen *et al.* 2004) (Fig. 2).

Las variables descriptivas del bosque (Tabla I) evidencian la severa explotación que soportaron (Fig. 2). En ESP la pérdida de área basal para *P. uviferum* y *F. cupressoides* fue de un 92 y 83 %, lo que corresponde a un 75 y 48 % de individuos muertos para estas especies, respectivamente; por su parte, en CAT, los individuos muertos para estas mismas especies corresponden a un 46 y 92 %, lo que representa un 71 y 99 % del área basal del rodal, respectivamente. En ambos sitios la mayoría de los ejemplares vivos presentan buenas características vitales e individuos sanos, con suficiente densidad para asegurar la permanencia de estos bosques.

### ESTABLECIMIENTO

El bosque actualmente en ESP se compone por una cohorte de *P. uviferum* y *F. cupressoides*, que tiene su inicio en la década de 1920 (Fig. 3). CAT posee individuos remanentes de *P. uviferum* de un bosque antiguo que se establecieron entre 1780 y 1790. Para ambos fragmentos se puede identificar un pulso de establecimiento a principios del siglo XX, que da origen a bosques relativamente coetáneos.

TABLA I. Parámetros dasométricos en cada fragmento de bosque muestreado contrastando la estructura de los individuos vivos y los muertos. N\*ha<sup>-1</sup> = número de individuos por hectárea, DMC (cm) = diámetro medio cuadrático, G = área basal.

TABLE I. Dasometric parameters in each forest fragment showing the structure of living and dead individuals. N\*ha<sup>-1</sup> = number of individuals per hectare, DMC (cm) = quadratic mean diameter, G = basal area.

| ESPECIE                        | PARÁMETRO                             | Catrilelfu |        |       | Espinillales |        |       |
|--------------------------------|---------------------------------------|------------|--------|-------|--------------|--------|-------|
|                                |                                       | VIVO       | MUERTO | TOTAL | VIVO         | MUERTO | TOTAL |
| <i>Pilgerodendron uviferum</i> | N*ha <sup>-1</sup>                    | 842        | 708    | 1.550 | 242          | 758    | 1.000 |
|                                | DMC (cm)                              | 7,4        | 12,7   | 10,2  | 7,3          | 14,4   | 13,1  |
|                                | G (m <sup>2</sup> *ha <sup>-1</sup> ) | 3,6        | 9,1    | 12,7  | 1,0          | 12,5   | 13,5  |
|                                | G (%)                                 | 29         | 71     | 100   | 8            | 92     | 100   |
| <i>Fitzroya cupressoides</i>   | N*ha <sup>-1</sup>                    | 42         | 442    | 483   | 392          | 358    | 750   |
|                                | DMC (cm)                              | 8,3        | 22,5   | 21,6  | 9,9          | 23,3   | 17,6  |
|                                | G (m <sup>2</sup> *ha <sup>-1</sup> ) | 0,2        | 17,6   | 17,8  | 3,1          | 15,4   | 18,4  |
|                                | G (%)                                 | 1          | 99     | 100   | 17           | 83     | 100   |
| <i>Nothofagus betuloides</i>   | N*ha <sup>-1</sup>                    | 25         | -      | 25    | 17           | -      | 17    |
|                                | DMC (cm)                              | 17         | -      | 17    | 16           | -      | 16    |
|                                | G (m <sup>2</sup> *ha <sup>-1</sup> ) | 0,6        | -      | 0,6   | 0,3          | -      | 0,3   |
|                                | G (%)                                 | 100        | -      | 100   | 100          | -      | 100   |
| <i>Drimys winteri</i>          | N*ha <sup>-1</sup>                    | 8          | -      | 8     | -            | -      | 0     |
|                                | DMC (cm)                              | 24         | -      | 24    | -            | -      | 0     |
|                                | G (m <sup>2</sup> *ha <sup>-1</sup> ) | 0,4        | -      | 0,4   | -            | -      | 0     |
|                                | G (%)                                 | 100        | -      | 100   | -            | -      | 0     |

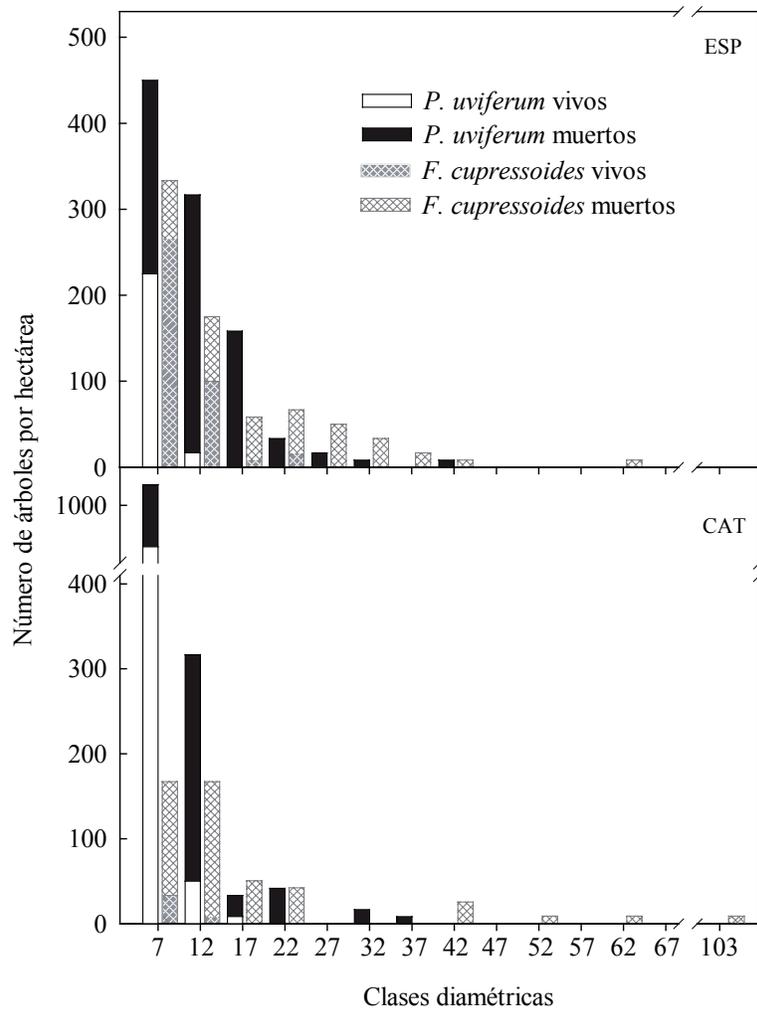


FIGURA 2. Distribución diamétrica promedio de las tres parcelas muestreadas en cada sitio (ESP = Espinillales y CAT = Catrilelfu), se diferencian individuos vivos y muertos por especie.

FIGURE 2. Diameter distribution of living and dead individuals from the sampled forest fragments. ESP = Espinillales y CAT = Catrilelfu.

Se puede observar que en CAT existe una relación positiva y estadísticamente significativa entre la Edad y el DAP ( $R^2 = 0,47$ ;  $F_{1,26} = 23,5$ ;  $P < 0,001$ ) mientras que en ESP no existe una relación significativa entre ambas variables ( $R^2 = 0,0001$ ;  $F_{1,21} = 0,004$ ;  $P = 0,95$ ).

#### COMPOSICIÓN DEL SOTOBOSQUE

Se encontró un total de 50 especies (Tabla II) en donde ocho corresponden a especies arbóreas. Para ambos sitios, la especie dominante fue *Chusquea uliginosa* Phil. seguida por *Schoenus rhynchoroides* (Steud.) Kuek. No obstante, en CAT, *T. stipularis* y *P. uviferum* presentan un alto valor de importancia influido por la gran cobertura de plántulas menores a 10 cm de altura. *Blechnum chilense* (Kaulf.) Mett. y distintas especies de helechos de la familia Hymenophyllaceae son muy abundantes en ambos sitios.

La composición del sotobosque presenta escasos signos de alteración reciente y solamente en ESP fue identificada *Ulex europaeus*, especie introducida, la cual se presenta en gran abundancia en los alrededores de ESP, siendo una clara amenaza a la vegetación nativa de la RNV.

#### REGENERACIÓN ARBÓREA

Entre ambos sitios existen diferencias significativas en el número de plántulas regenerando ( $U = -6,139$ ;  $P < 0,0001$ ), ya que el reclutamiento en CAT es de un orden de magnitud superior al reclutamiento de ESP (Tabla III). En CAT, *P. uviferum* es la especie más abundante, seguida por *D. winteri* y *Raukaua laetevirens* (Gay) Frodin, mientras que *F. cupressoides* presenta porcentajes muy bajos. En ESP, nuevamente *P. uviferum* ocupa el mayor porcentaje de plántulas establecidas, pero lo siguen *F. cupressoides*

y *Embothrium coccineum* (Kaulf.) Mett. En cuanto a los brinzales, en CAT, *P. uviferum* ocupa un 81 % de la densidad (Tabla IV), dicha dominancia cambia en ESP ya que los brinzales se distribuyen en partes semejantes en donde *P. uviferum* representa el 45% y *F. cupressoides* un 36%. Sin

embargo, en ESP se observa mayor riqueza de especies en forma de brinzales y se registraron especies como *E. coccineum*, *Ovidia pillopollo* (Gay) Meisn., *Luma apiculata* (DC.) Burret y *Gevuina avellana* Molina, las cuales no se presentaron en CAT.

TABLA II. Listado florístico y valor de importancia (VI) de las especies de plantas de sotobosque de ambos fragmentos de estudio, según formas de crecimiento. CAT = Catrilelfu, ESP = Espinillales.

TABLE II. Floristic list and importance value (VI) of the understory species sorted by the growth form in both forest fragments. CAT = Catrilelfu, ESP = Espinillales.

| FORMA DE CRECIMIENTO | FAMILIA                  | ESPECIE  | VI (CAT) | VI (ESP) |
|----------------------|--------------------------|--|----------|----------|
| ARBÓREO (>0,1m)      | Winteraceae              | <i>Drimys winteri</i> J.R.Forst. et G.Forst.       | 6        |          |
|                      | Proteaceae               | <i>Embothrium coccineum</i> J.R.Forst. et G.Forst. |          | 0.9      |
|                      | Cupressaceae             | <i>Fitzroya cupressoides</i> (Molina) Johnst.      | 1.7      | 3.8      |
|                      | Nothofagaceae            | <i>Nothofagus betuloides</i> (Mirb.) Oerst.        | 0.2      | 0.3      |
|                      | Thymelaceae              | <i>Ovidia pillopollo</i> (Gay) Meisn.              |          | 1.7      |
|                      | Cupressaceae             | <i>Pilgerodendron uviferum</i> (D. Don) Florin     | 24.9     | 4.9      |
|                      | Podocarpaceae            | <i>Podocarpus nubigenus</i> Lindl.                 | 0.2      |          |
|                      | Myrtaceae                | <i>Tepualia stipularis</i> (Hook. et Arn.) Griseb. | 22.4     | 10.4     |
| ARBUSTOS             | Asteraceae               | <i>Baccharis magellanica</i> (Lam.) Pers.          | 2.6      | 9.4      |
|                      | Berberidiaceae           | <i>Berberis microphylla</i> G.Forst.               |          | 2        |
|                      | Poaceae                  | <i>Chusquea uliginosa</i> Phil.                    | 34.1     | 48.2     |
|                      | Desfontaniaceae          | <i>Desfontainia fulgens</i> D.Don                  | 1        | 0.3      |
|                      | Saxifragaceae            | <i>Escallonia rubra</i> (Ruiz et Pav.) Pers.       | 1        |          |
|                      | Ericaceae                | <i>Gaultheria pumila</i> (L.f.) D.J. Middleton     | 5.7      | 11.2     |
|                      | Bromeliaceae             | <i>Greigia landbeckii</i> Phil. ex F. Phil.        |          | 0.9      |
|                      | Juncaceae                | <i>Juncus procerus</i> E. Mey                      | 0.3      | 7.6      |
|                      | Myrtaceae                | <i>Myrceugenia parvifolia</i> (DC.) Kausel         |          | 1.9      |
|                      | Myrtaceae                | <i>Myrteola nummularia</i> (Poir.) O. Berg         | 5.4      | 10.3     |
|                      | Philesiaceae             | <i>Philesia magellanica</i> J.F.Gmel.              | 4.2      | 4.2      |
|                      | Araliaceae               | <i>Raukaua laetevirens</i> (Gay) Frodin            | 1.8      |          |
|                      | Myrtaceae                | <i>Ugni candollei</i> (Barnéoud) O.Berg            |          | 10.1     |
| Fabaceae             | <i>Ulex europaeus</i> L. |  | 3.9      |          |
| HELECHOS             | Blechnaceae              | <i>Blechnum chilense</i> (Kaulf.) Mett.            | 2.9      | 12.4     |
|                      | Blechnaceae              | <i>Blechnum penna-marina</i> (Poir.) Kuhn          | 1        | 4        |
|                      | Hymenophyllaceae         | <i>Hymenoglossum cruentum</i> (Cav.) K.Presl.      | 0.6      |          |
|                      | Hymenophyllaceae         | <i>Hymenophyllum pectinatum</i> Cav.               | 2.6      |          |

| FORMA DE CRECIMIENTO | FAMILIA                                       | ESPECIE   | VI (CAT) | VI (ESP) |
|----------------------|---|---|----------|----------|
| HELECHOS             | Hymenophyllaceae                              | <i>Hymenophyllum peltatum</i> (Poir.) A.N.Desv.             |          | 2.5      |
|                      | Hymenophyllaceae                              | <i>Hymenophyllum seselifolium</i> K.Presl                   | 2.9      |          |
|                      | Hymenophyllaceae                              | <i>Hymenophyllum tortuosum</i> Hook. et Grev.               | 0.5      |          |
|                      | Lycopodiaceae                                 | <i>Lycopodium gayanum</i> Remy et Fée                       |          | 4.1      |
|                      | Schizaeaceae                                  | <i>Schizaea fistulosa</i> Labill.                           | 0.2      | 0.9      |
|                      | Hymenophyllaceae                              | <i>Serpilopsis caespitosa</i> (Gaud.) C.Chr.                | 0.5      | 0.3      |
|                      | Gleichenaceae                                 | <i>Sticherus litoralis</i> (Phil.) Nakai                    | 1.3      | 7.6      |
| HERBÁCEAS            | Cyperaceae                                    | <i>Carex</i> sp1  | 6.6      |          |
|                      | Cyperaceae                                    | <i>Carex</i> sp2  | 6.7      | 4.5      |
|                      | Griselinaceae                                 | <i>Griselinia jodinifolia</i> (Griseb.) Taub.               |          | 1.8      |
|                      | Juncaceae                                     | <i>Juncus cyperoides</i> Lah.                               | 12.2     |          |
|                      | Luzuriagaceae                                 | <i>Luzuriaga polyphylla</i> (Hook.) Macbr.                  | 0.7      |          |
|                      | Cyperaceae                                    | <i>Schoenus rhynchosporoides</i> (Steud.) Kük.              | 24.5     | 20.7     |
|                      | Cyperaceae                                    | <i>Scirpus inundatus</i> (R.Br.) Poir.                      |          | 1.3      |
| MUSGOS Y HEPÁTICAS   | Lepidoziaceae                                 | <i>Bazzania peruviana</i> (Nees) Trevis.                    | 0.5      | 1.4      |
|                      | Dicranaceae                                   | <i>Campylopus introflexus</i> (Hedw.) Brid.                 | 3.9      |          |
|                      | Polytrichaceae                                | <i>Dendrologotrichum dendroides</i> (Brid. ex Hedw.) Broth. |          | 0.9      |
|                      | Dicranaceae                                   | <i>Dicranoloma billardieri</i> (Brid.) Paris                |          | 4        |
|                      | Orthotrichaceae                               | <i>Macromitrium</i> sp.                                     | 6.7      |          |
|                      | Plagiochilaceae                               | <i>Plagiochila</i> sp.                                      | 7.9      |          |
|                      | Aneuraceae                                    | <i>Riccardia prehensilis</i> C.Massal.                      | 2.6      |          |
|                      | Sphagnaceae                                   | <i>Sphagnum falcatum</i> Besch.                             |          | 0.3      |
|                      | Sphagnaceae                                   | <i>Sphagnum magellanicum</i> Brid.                          | 3.7      | 1        |
| Orthotrichaceae      | <i>Zygodon pentastichus</i> (Mont.) Müll.Hal. |   | 0.3      |          |

TABLA III. Abundancia de regeneración por hectárea de especies arbóreas ( $\pm$  1D.E.) (individuos >10 cm y <2 m) en los fragmentos de estudio, CAT = Catrilelfu, ESP = Espinillales, de la Reserva Nacional Valdivia (RNV).

TABLE III. Seedlings abundance per hectare of arboreal species ( $\pm$  1S.D.) (Individuals > 10 cm and <2 m) in the studied forest fragments, CAT = Catrilelfu, ESP = Espinillales, in the Valdivia National Reserve (RNV).

| ESPECIES (PLÁNTULAS)           | CAT                 |      | ESP                |    |
|--------------------------------|---------------------|------|--------------------|----|
|                                | N*ha <sup>-1</sup>  | %    | N*ha <sup>-1</sup> | %  |
| <i>Pilgerodendron uviferum</i> | 22.000 $\pm$ 7.506  | 60,7 | 3.333 $\pm$ 3.712  | 73 |
| <i>Drimys winteri</i>          | 11.667 $\pm$ 13.454 | 32,2 | -                  | -  |
| <i>Fitzroya cupressoides</i>   | 667 $\pm$ 471       | 1,8  | 778 $\pm$ 694      | 17 |
| <i>Embothrium coccineum</i>    | -                   | -    | 444 $\pm$ 770      | 10 |
| <i>Raukava laetevirens</i>     | 1.778 $\pm$ 3.300   | 4,9  | -                  | -  |
| <i>Nothofagus betuloides</i>   | 111 $\pm$ 192       | 0,3  | -                  | -  |
| Total                          | 36.222              |      | 4.556              |    |

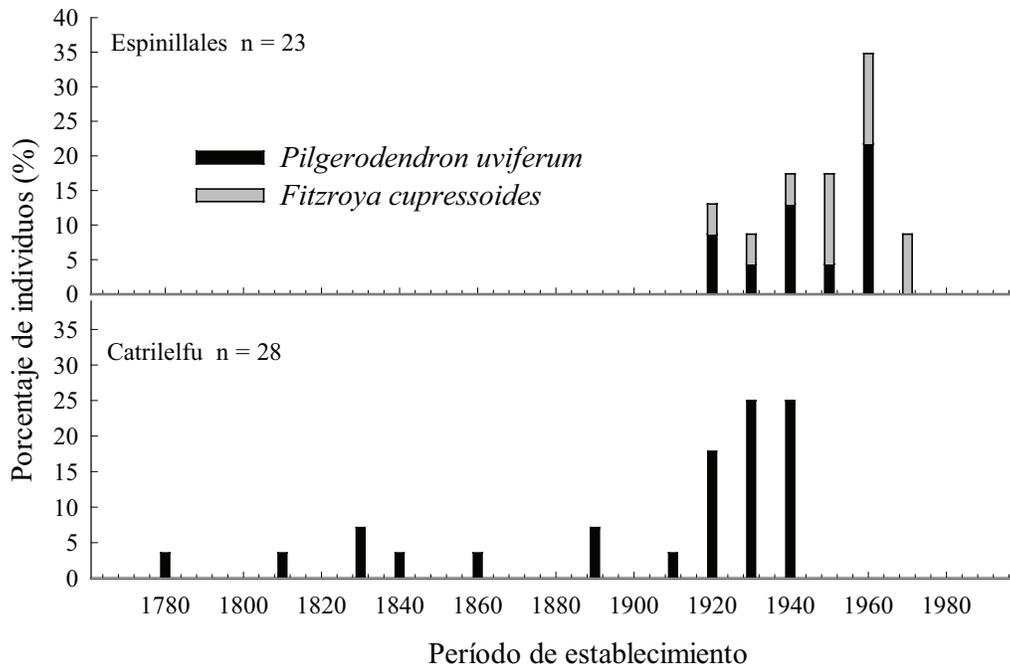


FIGURA 3. Décadas de establecimiento de los fragmentos de *Pilgerodendron uviferum* y *Fitzroya cupressoides*. En ambos fragmentos se detecta el pulso de establecimiento a partir de la década de 1900 y en CAT algunos individuos remanentes. n = número de individuos muestreados.

FIGURE 3. Establishment decades of *Pilgerodendron uviferum* and *Fitzroya cupressoides* populations in the studied forest fragments. In both fragments is detected the establishment pulse since the 1900 decade and in CAT some remnant individuals from the original forest. n = number of sampled individuals.

TABLA IV. Abundancia de brinzales por hectárea de especies arbóreas ( $\pm$  1D.E.) (individuos <5 cm de DAP y >2 m) en los fragmentos de estudio CAT = Catrilelfu, ESP = Espinillales de la Reserva Nacional Valdivia.

TABLE IV. Abundance of saplings per hectare of arboreal species ( $\pm$  1S.D.) (Individuals <5 cm DBH and > 2 m) in the studied forest fragments, CAT = Catrilelfu, ESP = Espinillales, in the Valdivia National Reserve (RNV).

| ESPECIES (BRINZALES)           | CAT                |    | ESP                |    |
|--------------------------------|--------------------|----|--------------------|----|
|                                | N*ha <sup>-1</sup> | %  | N*ha <sup>-1</sup> | %  |
| <i>Pilgerodendron uviferum</i> | 4.508 $\pm$ 793    | 81 | 1.150 $\pm$ 474    | 45 |
| <i>Fitzroya cupressoides</i>   | 300 $\pm$ 44       | 5  | 908 $\pm$ 252      | 36 |
| <i>Tepualia stipularis</i>     | 408*               | 7  | 67 $\pm$ 12        | 3  |
| <i>Embothrium coccineum</i>    | -                  | -  | 150 $\pm$ 94       | 6  |
| <i>Ovidia pillopillo</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. / Data of a single plot, explains the absence of the standard deviation.

## DISCUSIÓN

Los ecosistemas de turberas en la Cordillera de la Costa a los 40° S actuaron como “refugios glaciales” (Villagrán 1991) con gran diversidad florística, los cuales hoy en día se presentan como bosques relictos y reservorios genéticos de biodiversidad (Premoli *et al.* 2002). Estas características resaltan la importancia para su protección (Villagrán 1991). En base a los resultados de este estudio, el estado actual de los bosques de *P. uviferum* en la RNV está fuertemente influenciado por las severas alteraciones antrópicas pasadas, lo cual concuerda con lo reportado por Soto *et al.* (2010) para otros fragmentos de la zona. Los altos niveles de extracción de madera (Fig. 2) como también severos incendios a inicios del siglo XX provocaron una pérdida de más del 64 % de los individuos adultos, comprometiendo el 87 % del área basal de *P. uviferum* y *F. cupressoides*. Dichas alteraciones provocaron una nueva cohorte en la década de 1920. Sin embargo, ambos fragmentos estudiados presentan evidencias de una satisfactoria recuperación debido a la presencia de abundante regeneración *in-situ*, lo cual demuestra la capacidad de recuperación natural de este ecosistema. En parte atribuible a que están protegidas dentro de la RNV, lo que supone una disminución relativa de la presión antrópica con respecto a los fragmentos no protegidos estudiados por Soto *et al.* (2007).

La flora encontrada en ambos fragmentos es característica de las turberas, lo cual tiene gran importancia para la conservación de estos ecosistemas únicos (Martínez 1981, Villagrán 1991, Schlatter & Schlatter 2004, Lara *et al.* 2006, Bannister *et al.* 2008, Díaz *et al.* 2008). No obstante, la gran diversidad de flora encontrada y de acuerdo con lo reportado por Díaz *et al.* (2008) las alteraciones pasadas han dejado su firma, ya que especies indicadoras de alteraciones como *Ulex europaeus*, *Chusquea uliginosa*, *Schoenus rynchoporoides* y otras especies de las familias Cyperaceae y Juncaceae tienen un alto valor de importancia. Además de estas especies también encontramos taxones típicos de los bosques aledaños como por ejemplo *Embothrium coccineum*, *Ovidia pillopillo* y *Podocarpus nubigenus* representados con bajos valores de importancia debido a las condiciones extremas que presentan las turberas (Schlatter & Schlatter 2004).

La abundante regeneración de *P. uviferum* en CAT indica una diferencia significativa entre fragmentos. Además, en ESP *P. uviferum* está compitiendo con *F. cupressoides*, *T. stipularis*, *E. coccineum* y otras especies, mientras que en CAT la alta densidad de *P. uviferum* indicaría una marcada competencia intraespecífica, asegurando así su permanencia en el sitio. Por otra parte, para *P. uviferum* en ESP, la abundancia relativa de plántulas, brinzales y árboles se presenta con un 73, 45 y 37% respectivamente, lo cual sugiere un reclutamiento continuo de plántulas, a diferencia de *F. cupressoides* que abarca 17% de plántulas, 36% de

brinzales y el 60 % de árboles (Tablas III y IV). Lo anterior sugiere una disminución en la capacidad de regeneración de *F. cupressoides*, lo cual indica un cambio en la composición y estructura del fragmento. Esta tendencia indica la finalización de la cohorte de *F. cupressoides* desplazada por *P. uviferum*. Esto concuerda con lo documentado por Veblen & Ashton (1982), en donde describen el mismo fenómeno en sitios con mal drenaje, al igual que en las condiciones estudiadas. Una hipótesis para este fenómeno es que el fragmento ESP está dividido por un camino “terciario” del cual desconocemos la fecha de construcción, evento que pudo haber generado un cambio drástico en las condiciones de sitio alterando el drenaje, lo que favoreció la regeneración de *P. uviferum* debido al estancamiento de agua producido arriba del camino. El efecto de dicho camino no se pudo analizar estadísticamente por el reducido número de muestras obtenidas.

La composición arbórea de ambos fragmentos de bosque se diferencia principalmente en que ESP corresponde a un bosque mixto de *P. uviferum* y *F. cupressoides*, mientras que CAT es un bosque puro de *P. uviferum*. Esto se debe a que en CAT existe un drenaje restringido, por lo que las condiciones de sitio impide que otras especies compitan con *P. uviferum* (Cruz & Lara 1981, Veblen & Ashton 1982). Por el contrario, en ESP las condiciones de drenaje son menos restringidas, la topografía es irregular y el afloramiento de suelo mineral es favorable para la colonización de ambas especies (Lara *et al.* 2006), además la ausencia total de regeneración arbórea, con el 99% de los individuos muertos en una de las parcelas de muestreo, indica que las alteraciones pasadas fueron más severas en ESP (Tablas III y IV).

Este estudio sugiere que a partir del año 1929, cuando el área de estudio fue consolidada como Reserva Forestal (Rivera *et al.* 2002) y junto con las acciones llevadas a cabo por la administración de la RNV, ha sido satisfactorio en términos de la restauración pasiva de los fragmentos de *P. uviferum*. Sin embargo, actualmente los bosques de la RNV presentan amenazas que podrían perjudicar, atrasar o impedir su recuperación. Estas son la presencia de ganado proveniente de propiedades vecinas, la presencia de *U. europaeus* como especie invasora y la pérdida de suelo como efecto de las alteraciones pasadas (Szejner 2007). Es necesario mencionar en este sentido el proyecto vial “Carretera Costera Sur”, cuya construcción planea atravesar el sitio Espinillales mediante una faja de 100 m. Esta inminente amenaza podría afectar severamente el régimen de drenaje del sitio y la dinámica propia de este tipo de ecosistemas, perjudicando la recuperación de este relicto natural.

## AGRADECIMIENTOS

A Ricardo Moreno por su colaboración en terreno y en la identificación de la flora, a Alex Rudloff de la Corporación

Nacional Forestal (CONAF) por facilitar apoyo logístico, y a la grata colaboración de los guardaparques de la Reserva Nacional Valdivia. A Mabel Alsina y a los revisores anónimos por las críticas constructivas a este manuscrito.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALMONACID, F. 1998. El mercado de tierras en el departamento de Valdivia, 1859-1877. *Revista de Historia, Departamento de Ciencias Históricas y Sociales, Universidad de Concepción* 8: 195-206.
- ALLNUTT, T.R., 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* 114(2): 245-253.
- ARAVENA J.C. 2007. Reconstructing climate variability using tree rings and glacier fluctuations in the southern Chilean Andes. Ph. D. Thesis, University of Western Ontario, Canada. University of Western Ontario. 220 pp.
- BANNISTER, J.R., C. LE QUESNE & A. LARA. 2008. Structure and dynamics of *Pilgerodendron uviferum* forests affected by fires in the coastal range of Chiloe Island. *Bosque* 29: 33-43.
- BRAUN-BLANQUET, J. 1979. *Fitosociología: bases para el estudio de las comunidades vegetales*. Madrid. H. Blume. 820 pp.
- COTTAM, G. & J. CURTIS. 1956. The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology* 37: 451-460.
- 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. Ingeniería Forestal. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 215 pp.
- DONOSO, C. 1993. Bosques templados de Chile y Argentina: Variación, Estructura y Dinámica "Ecología Forestal", 3ra (ed). Santiago, Chile. Editorial Universitaria. 484 pp.
- DÍAZ, M.F., J. LARRAÍN, G. ZEGERS & C. TAPIA. 2008. Caracterización florística e hidrológica de turberas de la Isla Grande de Chiloé, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 81: 455-468.
- FAHRIG, L. 2003 Effects of habitat fragmentation on biodiversity *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics* 34: 487-515.
- FRANK, D. & M. FINCKH. 2003. Elaboración de un Sistema de Indicadores de Sitios para los Bosques de la Reserva Nacional Valdivia, Ifanos Chile S.A. 34 pp.
- FRITTS, H.C. 1976. *Tree rings and Climate*. Academic Press, London. 567 pp.
- GARREAU, R.D. & H.A. FUENZALIDA. 2007. The Influence of the Andes on Cutoff Lows: A Modeling Study\*. *Monthly Weather Review* 135: 1596-1613.
- GUARDA, G. 2001. Nueva Historia de Valdivia. Ediciones Universidad Católica de Chile, 1ª Edición, Imprenta Salesianos, Santiago, Chile. 862 pp.
- HECHENLEITNER, P., M.F. GARDNER, P.I. THOMAS, C. ECHEVERRÍA, B. ESCOBAR, P. BROWNLESS & C. MARTÍNEZ. 2005. Plantas amenazadas del Centro-Sur de Chile: Distribución, Conservación y Propagación. Universidad Austral de Chile-Royal Botanic Garden Edinburgh, Valdivia, Chile. 188 pp.
- LARA, A., C. DONOSO, B. ESCOBAR, A. ROVERE, A. PREMOLI, D.P. SOTO & J. BANNISTER. 2006. *Pilgerodendron uviferum* (D. Don) Florin. En: C. Donoso (ed.), *Las especies arbóreas de los bosques templados de Chile y Argentina*. Autoecología. pp. 82-91. Valdivia, Chile. Marisa Cúneo Ediciones.
- MARGULES, C.R. & R.L. PRESSEY. 2000. Systematic conservation planning. *Nature* 405(6783): 243-253.
- MARTINEZ, 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.
- MARTINEZ, O. & A.M. MUÑOZ. 1988. Aspectos conservativos de las coníferas chilenas. *Bosque* 9: 77-82.
- PLAZA, J.L. 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 Ingeniero Forestal. Valdivia, Chile. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile. 78 pp.
- PREMOLI, A., C. SOUTO, T. ALLNUTT & A.C. NEWTON. 2001. Effects of population disjunction on isozyme variation in the widespread *Pilgerodendron uviferum*. *Heredity* 87: 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.
- RIVERA, H., A. RUDLOFF & P. CRUZ. 2002. Plan de ordenación de la Reserva Nacional Valdivia. GTZ o "GIZ" y CONAF 208. 236 pp.
- ROVERE, A.E., A. PREMOLI & A.C. NEWTON. 2002. Estado de conservación del Ciprés de las Guaitecas (*Pilgerodendron uviferum* [D. Don] Florin) en la Argentina. *Bosque* 23: 11-19.
- SCHLATTER, J.E., R. GREZ & V. GERDING. 2003. Manual para el Reconocimiento de Suelos. 3ª Edición. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile. 114 pp.
- SCHLATTER, R.P. & J.E. SCHLATTER. 2004. Los turbales de Chile. En: D.E. Blanco & V.M. Balze (eds), *Los Turbales de la Patagonia. Bases para su inventario y la conservación de su biodiversidad*, Publicación N° 19: 75-80. Wetlands International – América del Sur, Buenos Aires, Argentina.
- SKEWES, J.C. 2001. Reconversiones de otro tiempo: la 'vernacularización' de los Altos Hornos de Corral. *Proposiciones* 32: 302-321.
- SOTO, D.P., J.R. BANNISTER, A.I. RÍOS & C. LE QUESNE. 2010. New records of threatened *Pilgerodendron uviferum* D. Don (Florin) in their northern limit in Chilean Coast Range. *Gayana Botanica* 67: 120-124.
- SOTO, D.P. & H. FIGUEROA. 2008. Efectos de las alteraciones antrópicas sobre la estructura y composición de rodales de *Pilgerodendron uviferum* en la Cordillera de la Costa de Chile. *Ecología Austral* 18: 13-25.
- SOTO, D.P., C. LE QUESNE, A. LARA & M.F. GARDNER. 2007. Estado de conservación precario de los bosques *Pilgerodendron uviferum*, en su límite norte en la Cordillera de la Costa Chilena. *Bosque* 28: 263-270.
- STOKES, M. & T. SMILEY. 1968. *An introduction to tree-ring dating*. Chicago, USA. University of Chicago Press. 73 pp.
- SZEJNER, J., A. LARA, S. DÍAZ & J.C. ARAVENA. 2000. Estudios

- dendrocronológicos de *Pilgerodendron uviferum* en el sur de Sudamérica. En: F. Roig (ed.), Dendrocronología en América Latina. 434 pp. Mendoza, Argentina. Editorial Universidad del Cuyo.
- 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.
- SZEJNER P. 2007. Estructura, Dinámica y Estado de conservación de los bosques de *Pilgerodendron uviferum* (D. Don) Florin, en la Reserva Nacional Valdivia. Tesis Ingeniero Forestal. Valdivia, Chile. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile. 65 pp.
- VEBLEN, T.T. & D.H. ASHTON. 1982. The regeneration status of *Fitzroya cupressoides* in the Cordillera Pelada, Chile. *Biological Conservation* 23: 141-161.
- VEBLEN, T.T., T. KITZBERGER & R. VILLALBA. 2004. Nuevos paradigmas en ecología y su influencia sobre el conocimiento de la dinámica de los bosques del sur de Argentina y Chile. En: M.F. Arturi, J.L. Frangi & J.F. Goya (eds.), *Ecología y Manejo de los Bosques de Argentina*. La Plata, Argentina, EDULP. Presentación multimedia. 48 pp.
- VILLAGRÁN, C. 1991. Historia de los bosques templados del sur de Chile durante el tardiglacial y Postglacial. *Revista Chilena de Historia Natural* 64: 447-460.

Recibido: 22.12.10  
Aceptado: 21.04.11