

## Capítulo 17

### Tratamientos silviculturales en el bosque de olivillo (*Aextoxicon punctatum*), Parque Nacional Bosque Fray Jorge

ANTONIO VITA ALONSO & IVÁN R. HERNÁNDEZ GENTINA

#### RESUMEN

Con el objeto de evaluar los efectos de las intervenciones silvícolas en el bosque de olivillo (*Aextoxicon punctatum* Ruiz et Pav.), se establecieron dos ensayos en el año 1998. El primero de ellos tenía como objetivo intervenir el yelmo (*Griselinia scandens* (Ruiz et Pav.) Taub.) tanto a nivel del sotobosque donde llega a cubrir el 100% de la superficie, jugando un importante papel en la dinámica de regeneración del bosque, como a nivel de las copas de los árboles donde se evidencia una fuerte competencia por luz, agua y nutrientes. El segundo de los ensayos consistió en la intervención de la vegetación arbórea existente por medio de raleos, cortas sanitarias y la limpia de la vegetación del sotobosque. Los efectos de las intervenciones se evaluaron a nivel de los árboles por medio de la elongación de los brotes (8 brotes) y a nivel del suelo en la brotación de nuevas plantas. Las mediciones se realizaron trimestralmente entre los años 1998 y el 2001. Los resultados mostraron que existen diferencias significativas en el crecimiento de ambas intervenciones con respecto a sus respectivos testigos. El crecimiento promedio de los brotes para el ensayo del yelmo aéreo y de el de las intervenciones culturales fueron superiores en 9 y 5 veces respectivamente en relación a sus correspondientes controles. Del total de plantas germinadas el 50% o más correspondieron a yelmo en casi todos años evaluados, seguido de olivillo y petrillo.

**Palabras Clave:** Silvicultura, yelmo, olivillo, petrillo.

#### INTRODUCCIÓN

Los *tratamientos silviculturales* son intervenciones que se realizan en un bosque existente, con el propósito de controlar su composición, estructura, dinámica y longevidad (Vita 1996). Esto se logra mediante dos procesos fundamentales: la regeneración y las cortas intermedias.

En la regeneración, los esfuerzos están destinados a crear las condiciones para obtener un repoblado abundante y vigoroso de las especies de interés. Para tales efectos, es necesario intervenir a nivel arbóreo, mediante la corta de árboles, que puede adquirir diversas formas y tiempos requeridos, según los propósitos silviculturales. Lo anterior, se complementa con una preparación del sitio, bajo la forma de manejo de desechos, limpia de la vegetación del sotobosque, preparación

del suelo y cuidados culturales para impedir la acción de fauna silvestre o doméstica, como asimismo el efecto de incendios, que puedan interferir en el proceso de regeneración.

En las cortas intermedias, se trata de crear las condiciones para facilitar el crecimiento de regeneración avanzada y de árboles inmaduros de las especies de interés. Para ello se dispone de distintas técnicas que se aplican de acuerdo a la etapa de desarrollo de los árboles y su condición (Vita 1996).

### *Silvicultura en bosques fragmentados*

Los bosques en estado estable, presentan naturalmente claros, que son propios de la dinámica regenerativa de todo ecosistema boscoso (Gajardo & Grez 1990). No obstante, la superficie de estos claros es baja en relación a la superficie cubierta con dosel arbóreo. En el caso del Bosque de Fray Jorge, en el sector norte, esta situación es a la inversa, predominando la condición de claros, donde los bosquetes constituyen islas de vegetación arbórea. Esta condición del Bosque de Fray Jorge también la presentan la gran mayoría de los bosques esclerófilos de la IV Región y de las otras regiones donde se presentan importantes superficies de este tipo vegetacional.

El tipo de silvicultura a utilizar en bosques fragmentados en pequeños bosquetes, de superficie no mayor a 0,2 ha, como es el caso del Bosque de Fray Jorge, difiere notoriamente de la que se aplica tradicionalmente en bosques de cobertura completa, por cuanto se interviene en grupos de árboles que están rodeados de espacios abiertos donde predomina el efecto de lindero. Este efecto se refiere a la influencia microclimática que tiene la superficie arbolada sobre el borde interior y exterior de dicha superficie. Como consecuencia de ello, en estos bordes se desarrolla un sotobosque con mayor fitomasa que en el resto de la superficie. Por ejemplo, en la zona norte del Bosque de Fray Jorge es común la presencia de *Baccharis vernalis* en un borde exterior de tres a nueve metros de ancho, que rodea a los bosquetes. Esta situación fue aprovechada para las actividades de enriquecimiento (Capítulo 18). En Europa se puede observar abundante regeneración natural de *Abies pectinata* en linderos. Lo mismo ocurre en Chile, en plantaciones de *Cupressus torulosa* o bosques naturales de lenga (*Nothofagus pumilio*) (Vita 1996, 1997).

En los bosques de cobertura completa o cercana a ella, las intervenciones silviculturales se aplican tomando en consideración la relación entre los árboles adultos del dosel superior y el repoblado, en el caso de cortas de regeneración. Esto significa que la regeneración natural de las especies arbóreas depende, en gran medida, de la cobertura de copas de los ejemplares adultos. En ejemplares ya regenerados, inmaduros, la relación entre los árboles en crecimiento, se regula a través de las cortas intermedias, mediante un control de la densidad. En bosques fragmentados en pequeños bosquetes el efecto de lindero influye sobre prácticamente todos los individuos adultos y, por lo tanto, las intervenciones silviculturales deberán tomar en consideración este hecho.

Bajo un esquema de silvicultura extensiva, que opera en términos de menor inversión y en plazos mayores, las intervenciones pueden reducirse sólo a la corta de árboles (cortas de regeneración, o cortas intermedias como raleos y otras) o de porciones de éstos (podas). Con ello, se permite mejorar las condiciones de desarrollo de los componentes de cada bosquete, facilitando las condiciones para la

regeneración natural por semillas. Cada bosque presenta particularidades estructurales que determinan la necesidad de intervenir según las características de cada uno.

En las zonas de borde de claros y en los claros grandes, la regeneración natural se podrá instalar bajo arbustos nodriza sin mayor asistencia del silvicultor, en especies con semillas dispersadas por gravedad. En estos casos, la fauna (aves o mamíferos) se encarga de “pre-tratar” y dispersar las semillas más allá del área de influencia de las copas de los árboles adultos. En las especies cuya semilla es dispersada por el viento, como es el caso de *Quillaja saponaria* Mol. (quillay), este mecanismo puede dispersar efectivamente las semillas hasta una distancia equivalente a 2,5 veces la altura de los semilleros (Vita 1990).

Bajo un esquema de silvicultura intensiva, todo lo anterior se puede complementar con actividades de enriquecimiento, mediante plantaciones en las zonas de borde de los bosquetes o en los grandes claros. De este modo, se puede obtener en forma más rápida y efectiva, un mejoramiento en la cobertura del bosque. La magnitud de este mejoramiento dependerá de la inversión que se disponga por unidad de superficie.

*Estudios sobre tratamientos silviculturales realizados con anterioridad a 1998 en Fray Jorge.*

En un estudio efectuado por Korbler (1982) se detectó una alta mortalidad de plántulas de olivillo y las otras especies arbóreas presentes en el Bosque de Fray Jorge. Por tal motivo, propuso realizar un trabajo detallado a nivel de semillas y plántulas tendientes a determinar con certeza las causas de ella. Entre los años 1983 y 1984, Gajardo, Toral y Cubillos, realizaron un estudio de la regeneración del Bosque Fray Jorge. Ellos concluyeron que la germinación de las semillas de olivillo ocurren entre los meses de octubre y febrero, con un máximo en diciembre. La tasa de mortalidad de las mismas plántulas aumenta desde febrero a abril. La extracción del yelmo mostró efectos favorables sobre la germinación de semillas, aspecto que también se vio favorecido en aquellos sitios de mayor humedad. La sobrevivencia de plantas en febrero de 1984 alcanzó un promedio de 0,97 plantas/m<sup>2</sup> con un máximo de 3,5 plantas/m<sup>2</sup>.

En el transcurso de los años 1984 al 1988, Gajardo y Grez continuaron las mediciones de control. De este modo, en 1992, concluyeron que la vida media de las plántulas de olivillo era inferior a dos temporadas. Entre las causas probables de esta baja sobrevivencia, señalaron la falta de humedad en el suelo, la presencia de fitopatógenos o la coacción provocada por algún componente biótico del sotobosque o del suelo (competencia, alelopatía). Los valores estadísticos del resultado de los tratamientos aplicados al bosque, indicaron que entre éstos no habían diferencias significativas.

Las recomendaciones de este último estudio, constituyeron la base del presente trabajo cuyo objetivo fue evaluar el efecto de las intervenciones sanitarias y de limpieza como alternativa para el mejoramiento de la condición degradada del bosque. Asimismo, considerando que la presencia de yelmo (*Griselinia scandens*) podía incidir negativamente en la regeneración y desarrollo de árboles adultos de olivillo, también se planteó un estudio para analizar, en forma especial, este posible efecto negativo.

### *El problema del yelmo en el Bosque de Fray Jorge*

La persistencia del bosque olivillo-petrillo (*Aextoxicon punctatum* y *Myrceugenia correifolia*) en el Parque Nacional Bosque Fray Jorge parece estar restringida por la falta de reclutamiento de nuevos individuos de las especies arbóreas como consecuencia de la gran concentración de yelmo (Gajardo et al. 1984, Gajardo & Grez 1990). Adicionalmente el yelmo, al trepar a la copa de los olivillos, puede que tenga también efectos sobre la caída de éstos, aumentando la carga sobre ellos e incrementando los daños por viento (Strong 1977). Puede también comportarse como una liana, interfiriendo en la disponibilidad de agua de los árboles huéspedes en la estación seca y, probablemente, afectando su crecimiento (Pérez & Barker 2000). Por otra parte, algunos investigadores (Gajardo & Grez 1990) han sugerido la posibilidad de que esta especie presente efectos alelopáticos con respecto a olivillo, fenómeno que fue investigado y descartado (ver más adelante).

### *Yelmo*

El género *Griselinea* (Cornaceae), presenta ocho especies que se distribuyen en Nueva Zelandia, Chile y Brasil (Flastes 1971, Troncoso et al. 1980, Dillon & Muñoz-Schick 1993). En Chile se citan cinco especies, yelmo (*Griselinea scandens* (Ruiz et Pav.) Taubert), voqui (*G. ruscifolia* (Clos) Taubert var. *rustifolia*), lilinguén (*G. racemosa* (Phil.) Taubert), yelmo chico (*Griselinea jodinifolia* (Griseb) Taubert) (Dillon & Muñoz-Schick 1993) y *G. carlomunozzii*, encontrada en la localidad de Paposo, en el límite entre la II y III Regiones (Dillon & Muñoz-Schick 1993). La mayoría de estas especies se encuentran ligadas a ambientes costeros, a excepción del voqui, que puede crecer hasta los 1.000 m de altitud en la Cordillera de Los Andes de la zona sur de Chile.

El yelmo es una especie endémica de Chile y está presente en las regiones IV, V, VII, VIII, X y XI (Base de datos de la Flora de Chile). Corresponde a un arbusto muy ramificado que se arraiga en el suelo, cuyos troncos y ramas a veces suben a los árboles; o en ciertas ocasiones, todo el individuo se arraiga en la corteza de árboles, a manera de epífita. Es dioico y sus flores son pequeñas en inflorescencias. Sus frutos son drupas de color violáceo intenso, de 5-7 mm de largo (Reiche 1902) las cuales son dispersadas por aves. En la IV Región de Coquimbo, el yelmo sólo habita el sector costero (Base de datos Herbario Universidad de La Serena), creciendo habitualmente en lugares húmedos de la costa, por lo general sobre rocas o encima de árboles (Hoffmann 1982).

### *Estudio de interferencia alelopática del yelmo sobre el olivillo*

En 1998 se estudió el posible efecto alelopático del yelmo sobre el olivillo (Aguilera 2000). Para tales efectos se obtuvo extractos obtenidos de diferentes muestras de hoja, raíz, corteza y suelo rizosférico de yelmo. Estos extractos fueron utilizados para estudiar su efecto sobre la germinación y el crecimiento de plántulas de olivillo. Se definieron cinco tratamientos: a) extracto de hoja de yelmo, b) extracto de corteza de tallo de yelmo, c) extracto de raíz de yelmo, d) extracto de suelo rizosférico de yelmo y, e) agua destilada como control.

En el ensayo de germinación, la unidad experimental fue una placa Petri con cinco semillas de olivillo hidratadas en agua durante 24 horas. Cada unidad

experimental se replicó tres veces por tratamiento y fueron dispuestas en una estufa con un ordenamiento completamente al azar durante dos meses a 25°C.

En el ensayo de crecimiento de plántulas de olivillo la unidad experimental correspondió a una bolsa de almacigo con una plántula de olivillo. Los tratamientos correspondieron a los mismos extractos descritos en el punto anterior. La unidad experimental se replicó 15 veces por cada tratamiento y fueron dispuestas en un invernadero en un ordenamiento completamente al azar durante tres meses.

Los datos obtenidos en cada ensayo fueron analizados mediante Análisis de Varianza de una vía (Aguilera 2000). Los resultados indicaron que ninguno de los extractos de plantas de yelmo utilizados sobre las semillas y plántulas de olivillo afectó de manera diferente al control la germinación y cinética de crecimiento de olivillo. De este modo, el estudio concluyó que los extractos obtenidos de las diferentes partes del yelmo no contenían compuestos aleloquímicos que afectaran la germinación o el crecimiento de las plántulas de olivillo.

En el presente capítulo se evalúan los efectos de dos intervenciones silvícolas sobre el bosque de olivillo (*Aextoxicon punctatum* Ruiz et Pav.) del Parque Nacional Bosque Fray Jorge.

## METODOLOGÍA

Con el propósito de analizar los factores que afectan negativamente el establecimiento de regeneración natural de las especies arbóreas, como asimismo, el desarrollo de ejemplares adultos, se realizaron dos estudios paralelos. El primero de ellos consistió en controlar la presencia de yelmo, mientras que el segundo, consideró la aplicación de tratamientos silviculturales en forma integral. Ambos estudios se realizaron en el sector norte del bosque.

### *Estudio del control del yelmo*

En el estudio del control del yelmo, se instalaron dos ensayos: a) control de yelmo aéreo; b) control de yelmo en el sotobosque

a) *Control yelmo aéreo.* Para efectos de este ensayo se eligieron 37 árboles de olivillo, 24 para intervenir y 13 como testigo. La intervención consistió en la corta y extracción de la biomasa de yelmo que cubría el tronco y la parte aérea del ejemplar. Ello significó la corta del yelmo desde el nivel del suelo y la eliminación de sus ramas, para evitar su rebrote como epífita. Esta operación se efectuó durante el invierno de 1998.

Considerando que los efectos más inmediatos que se producen en el árbol posterior a una liberación, son de tipo fisiológico, como la fotosíntesis y la respiración (Smith et al. 1997) y que estos se producen en rangos y tiempos diferentes en las distintas partes de un árbol (Kramer & Kozlowski 1960), se evaluó el efecto de la remoción de yelmo sobre el crecimiento de brotes seleccionados en cada uno de los árboles intervenidos y testigos. En cada árbol se seleccionaron ocho brotes, ubicados en dos niveles, de acuerdo a los cuatro puntos cardinales. A cada uno de estos brotes se les midió la longitud para establecer las condiciones iniciales de desarrollo y compararlas con los resultados de las evaluaciones trimestrales que se efectuaron con posterioridad (Fig. 1)



**Fig. 1.** Medición del largo total de brote en olivillo

b) *Control yelmo del sotobosque.* Para efectos de este componente del estudio, en bosquetes donde existía la presencia de abundante yelmo creciendo a nivel de sotobosque, en invierno de 1998 se instalaron 27 parcelas (5 x 5 m), 24 intervenidas y 13 testigos, más una faja de 1 m para eliminar el efecto de borde. En cada una de las 24 parcelas intervenidas, se cortaron todos los yelmos existentes y se retiraron de la parcela, permaneciendo el resto de la vegetación leñosa.

En forma trimestral se cuantificó e individualizó las plántulas emergidas, las cuales fueron marcadas por un estaca de color (Fig. 2). En el caso del yelmo se individualizó la regeneración por semillas separadamente de la regeneración vegetativa.



**Fig. 2.** Imagen de las estacas que señalan las plantas emergidas en la temporada de verano de 1998. A la izquierda renuevo de petrillo y a la derecha de olivillo.

Para evaluar el efecto de la extracción del yelmo en la temperatura y humedad ambiental, se instalaron termo-higrómetros digitales (HOB0 H8 Pro HR/Temp, Onset Computer Corporation). Los HOBOS fueron ubicados a 50 cm del suelo, en la situación control y tratamiento con remoción de yelmo.

#### *Intervenciones silviculturales*

Para efectos de este estudio, durante el invierno de 1998, se instalaron 37 parcelas de 11 x 11 metros. En 24 de las parcelas se efectuaron las intervenciones, mientras que las restantes constituyeron las situaciones testigo. En cada parcela intervenida se aplicaron todos los tipos de cortas susceptibles de utilizar, con el propósito de crear las condiciones locales favorables para producir regeneración natural y, al mismo tiempo, mejorar las condiciones de crecimiento de los ejemplares adultos. De este modo, se intervino a nivel de árboles adultos y a nivel del sotobosque. Para ello, en cada una de las parcelas se examinó cuidadosamente la condición de cada ejemplar arbóreo y su relación con los vecinos, como asimismo, la presencia de especies bajas que pudieran considerarse como malezas con respecto a la posibilidad de regeneración de las arbóreas.

Como resultado de este análisis, se aplicaron los tratamientos que, en la práctica, correspondieron fundamentalmente a podas, en que se eliminaron ramas, o porciones de éstas, que presentaban daños, síntomas de agresiones bióticas o bien, en estado de declinación por falta de luz. Las superficies de corte de las ramas extraídas fueron selladas para asegurar su rápida cicatrización e impedir la actividad de hongos. Además, se extrajeron ejemplares de yelmo que trepaban en los árboles o que participaban en el sotobosque pudiendo afectar el establecimiento de regeneración. Por otra parte, se aplicaron raleos, en que se cortaron ejemplares que interferían el desarrollo de los ejemplares arbóreos seleccionados o que se encontraban suprimidos por otros árboles.

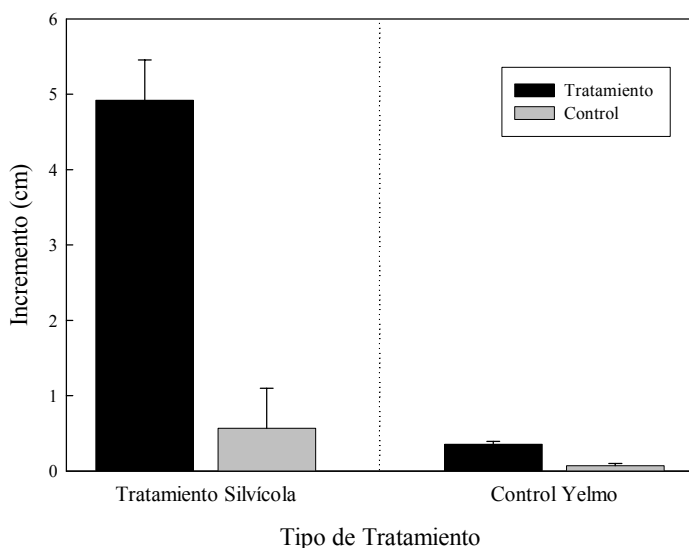
En forma trimestral se realizaron evaluaciones para determinar la respuesta a las intervenciones de los diferentes componentes arbóreos del bosque, tanto a nivel de los individuos adultos como de regeneración.

## **RESULTADOS**

#### *Respuesta en la elongación de brotes en los árboles adultos*

En todas las unidades intervenidas, tanto en las que se extrajo el yelmo que trepaba hacia las copas de árboles como en las que se aplicó intervenciones silviculturales en forma integral, a partir del primer trimestre de evaluación se comenzó a apreciar un mayor incremento en los brotes de las parcelas intervenidas en relación a las testigos.

En las parcelas intervenidas silvícolamente se produjeron incrementos de los brotes entre 10,6% y 54,79%; en tanto que en las parcelas testigo los valores fluctúan entre -14,6% y 27,3%. Con relación al control del yelmo aéreo los valores observados fluctúan entre 5,42% y 25,74% para los tratamientos y 4,0% y 18,46 para los testigos. Las diferencias para ambos casos, fueron estadísticamente significativas ( $t_{(05,24)}$  y  $t_{(01,24)}$ ) con respecto a los testigos (Fig. 3). Esta situación, no obstante las fluctuaciones estacionales, se mantuvo a lo largo de todos los controles que tuvo este estudio.



**Fig. 3.** Incremento (cm) de brotes de olivillo según tipo de tratamiento aplicado (silvicultural y control de yelmo).

#### *Respuesta de la regeneración*

En ambos estudios se observó que durante la primavera siguiente a las intervenciones comenzaron a emerger las primeras plántulas, situación que no ocurrió nunca en las parcelas testigo. Ello indicaba que, en las condiciones originales de densidad del dosel arbóreo, donde importantes espacios habían sido ocupados por yelmo en reemplazo de la pérdida de fitomasa foliar de olivillo, no era posible obtener regeneración natural bajo el dosel, como consecuencia de la falta de luminosidad a nivel del sotobosque. En los bosques densos, este aspecto constituye la principal limitante para la producción de regeneración natural. En el caso de las experiencias efectuadas en Fray Jorge, ello fue corregido a través de la aplicación de los tratamientos silviculturales (Smith et al. 1997, Vita 1996).

#### *Tratamientos silviculturales*

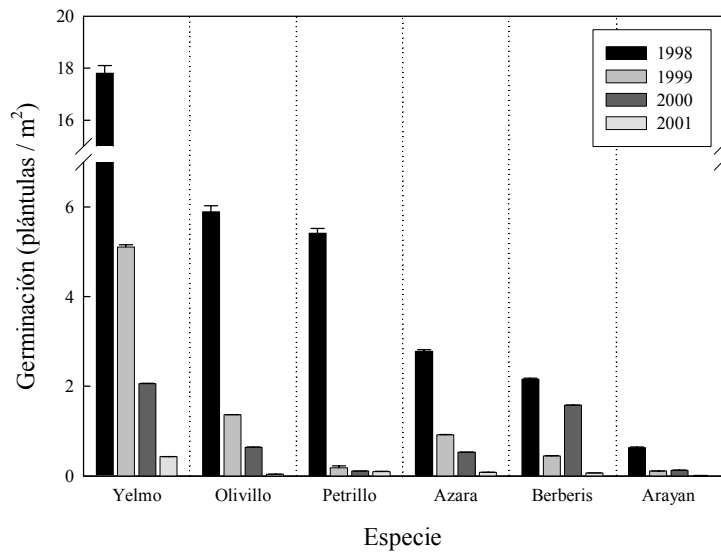
Como respuesta a las intervenciones, durante el trimestre primaveral de 1998 se produjo una emergencia de 3467 plántulas para el total de las parcelas intervenidas. El 51% aproximadamente (1780 plantas) correspondieron a yelmo, lo que sumado al rebrote de vástagos (6545 unidades) le otorgan una ventaja extraordinaria sobre las restantes especies que lograron un 49%, porcentaje que se detalla de la siguiente manera: 589 correspondían a olivillo, 541 a petrillo, 278 a chin-Chín (*Azara microphylla*), 216 a michay (*Berberis actinacantha*), 63 a arrayán macho (*Rhaphithamnus spinosus*).

Durante las estaciones de verano y otoño de 1999, la cantidad de nuevas plántulas disminuyó drásticamente, llegando a sólo 768 plántulas. De estas el 51% correspondió a yelmo y el otro 49% a las restantes especies evaluadas.



En invierno esta situación empezó a revertirse, de tal modo que, durante la primavera de 1999, se produjo un aumento general en la regeneración natural por semillas, con un total de 7.972 nuevos ejemplares, destacando petrillo, con 4.162 plántulas (52%); en tanto que el yelmo se mantuvo en segundo lugar, con 3.497 plántulas (44%). En esa oportunidad, olivillo sólo presentó una emergencia de 66 nuevos individuos.

En el verano siguiente (1999-2000), nuevamente comenzó a decrecer la incorporación de nuevas plántulas, hasta invierno, pero en primavera ocurrió lo contrario, situación que coincidió con lo señalado por Gajardo et al (1984) en su estudio realizado en el mismo bosque. Estas fluctuaciones en la cantidad de plántulas emergidas en forma estacional, se mantuvo durante los 4 años de evaluación (Fig. 4), con cambios internos en la participación de cada especie.



**Fig 4.** Germinación, expresada como número de plántulas/m<sup>2</sup>, de la temporada a diciembre de cada año. En tratamiento silvicultural.

En la primavera del 2000, se produjo nuevamente la emergencia de plántulas, repitiéndose una baja en el periodo estival. En efecto, durante el verano solamente se obtuvo un total de 74 nuevas plántulas, de las cuales 60 correspondían a yelmo. El resto, se distribuyó, según orden descendente, en petrillo, *Berberis*, *Azara* y arrayán.

En el verano 2000-2001, nuevamente se produjo una baja en la emergencia de plántulas con respecto a la primavera, registrándose 83 plántulas, valor muy similar a la misma estación del año anterior. De éstas, 33 correspondían a olivillo, 18 a *Berberis*, 14 a yelmo, 7 a petrillo, mientras que las restantes se repartían entre *Azara*, arrayán y canelo.

En la evaluación final de la primavera del 2001, se obtuvo nuevamente una baja emergencia de plántulas en las parcelas liberadas de yelmo. La especie con mayor

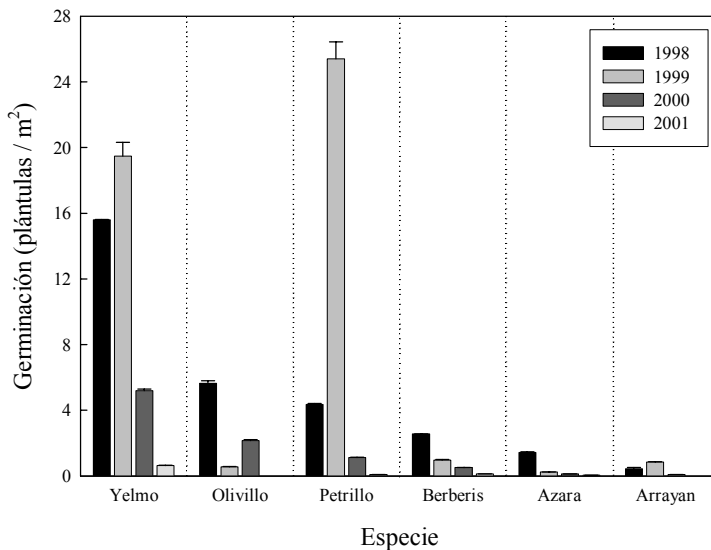
participación fue petrillo con un 38,60% del total, seguido por olivillo con 24,80%, *Berberis* con 16,80%, yelmo con 15,34%, *Azara* con 12,10% y arrayán con 6,70%.

### Control yelmo del sotobosque

La regeneración cuantificada en la primavera de 1998 fue de 751 plantas. La especie más abundante fue yelmo con el 52%, seguida de olivillo con un 19%, luego petrillo con un 14%, seguido de *Berberis* y *Azara* con 9% y 5%, respectivamente. El 1% restante le correspondió a arrayán.

En diciembre de 1999 la regeneración mostró un incremento notorio en dos especies, petrillo y olivillo las que lograron en conjunto el 95% del total de planta registradas (1187 plantas). Destacable es la germinación de petrillo que alcanzó el 52% del total. Las restantes especies solo alcanzaron el 5%.

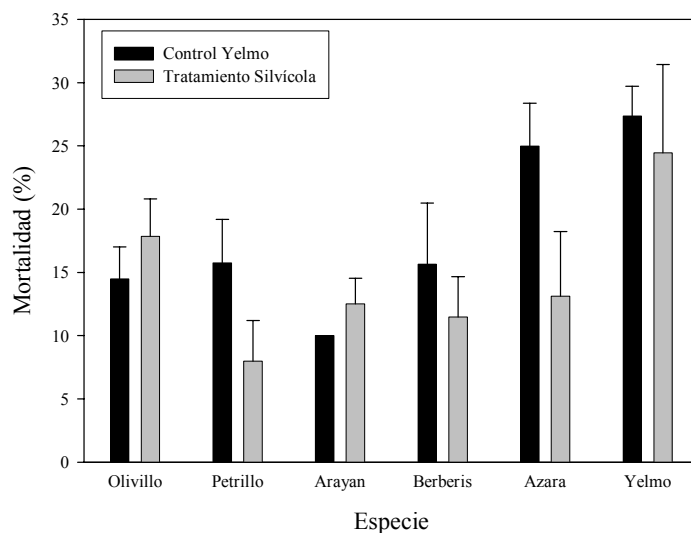
En diciembre de los años 2000 y 2001 se registró una baja en la germinación de las plantas en general. En el año 2000 el total de plantas registradas alcanzó a tan solo 230 individuos y en el último año de medición solo se obtuvieron 22 individuos. En ambos casos el yelmo es la especie predominante con el 56,5% y el 73%, respectivamente. En la Fig. 5 se muestra un detalle del número total de plántulas emergidas por metro cuadrado, las cuales fueron cuantificadas en el mes de diciembre de cada año.



**Fig. 5.** Germinación, expresada como número total de plántulas /m<sup>2</sup>, de diciembre de cada año, en tratamiento control de yelmo.

### La mortalidad de plantas

La mortalidad promedio de plantas por cada especie al cabo de un año de vida, resultaron ser bajas variando entre un 10% para el caso de arrayán y un 27% para yelmo (Fig. 6).



**Fig. 6.** Porcentaje promedio de mortalidad por especie en los tratamientos control yelmo y silvícola, al año de su primera evaluación.

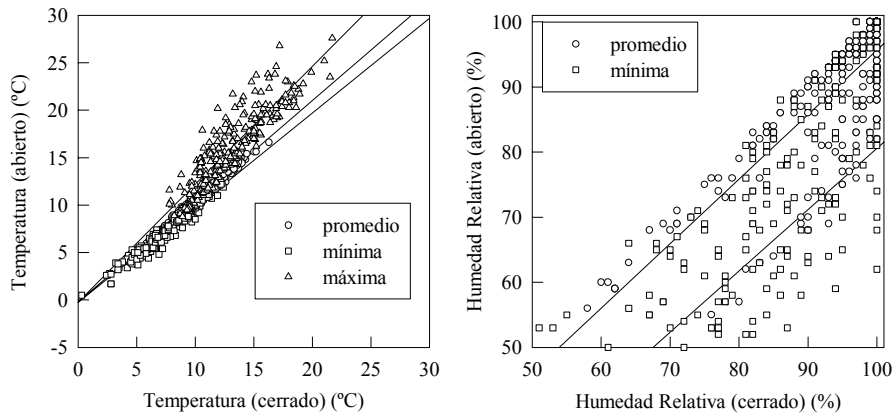
La sobrevivencia de plántulas por especie observada al término del estudio, en la primavera del 2001, se registraron valores que varían de un 24,1% para la especie olivillo, a un 50% aproximadamente para las especies arrayán y *Azara*. En efecto, los valores de sobrevivencia para el período evaluado fue de 1,4 a 5,9 plantas por parcela. No obstante, este último valor corresponde a yelmo, en tanto que los restantes no superan las 3 plantas por parcela, lo que equivale a 0,2 plantas por metro cuadrado, cantidad insuficiente para la obtención de un repoblado capaz de reemplazar a un bosque adulto. Estos resultados son similares a los obtenidos por Gajardo & Grez (1990), quienes coinciden en señalar que estas cifras serían insuficientes para lograr una regeneración natural de este bosque.

#### *Efectos termo-hídricos de las intervenciones*

Tanto en las parcelas de los tratamientos silviculturales como en las de control de yelmo se observa una declinación de la germinación, con la sola excepción de las especies yelmo y petrillo en el año 1999. Ello se atribuyó a la baja producción de semillas en ciertos períodos como consecuencia de sus fluctuaciones en la producción (añerismo), situación descrita para olivillo en la zona sur del país (Donoso 1993), pero también se relacionó con las condiciones termo-hídricas de cada estación.

En relación a otros componentes vegetales del Bosque de Fray Jorge, a partir de los primeros 7 días posteriores a la extracción del yelmo, se observó que el helecho hierba del lagarto (*Polypodium feullei* Bert.) comenzó a deshidratarse hasta morir en la totalidad de las parcelas en que fue registrado. Por su parte, la palmilla (*Blechnum auriculatum* Cav.) de igual forma presentó claros signos de deshidratación, pero solo mostró mortalidad en alguna de ellas. Esto se explicaría por los cambios en la temperatura y humedad ambiente registradas con la apertura de sotobosque (Fig. 7). La situación de bosque control presentó significativamente menores temperaturas

promedio y máximas, mayor humedad relativa promedio, y menores mínimas y máximas diarias, en comparación a la situación de las parcelas tratadas donde se extrajo el yelmo del sotobosque. Esta situación de mayor humedad en el bosque control, también se refleja en el número de días con humedad relativa (HR) menor del 50% (i.e., cuatro veces menos que en la situación de remoción) y humedad relativa promedio mayor al 95%.



**Fig. 7.** Relación de temperatura (izquierda) y humedad relativa (derecha) del sotobosque entre las situaciones dosel abierto (tratamiento extracción de yelmo de sotobosque) y cerrado (control) (F.A. Squeo, datos no publicados).

Al comparar los valores individuales de las temperaturas entre el bosque control con el tratamiento con remoción del yelmo, se observó que las temperaturas máximas son mayores en la situación con remoción. Por otra parte, la humedad relativa mínima del bosque control fue 13,5% mayor a la situación experimental.

Como consecuencia de lo anterior, entre las medidas factibles de aplicar para la obtención de un replantado satisfactorio, se puede considerar la plantación de individuos previamente desarrollados en vivero, como complemento de la regeneración natural bajo el dosel. Esto ya había sido planteado por Gajardo & Grez (1990). El Estudio de Enriquecimiento (Capítulo 18), demostró la factibilidad técnica de realizar plantaciones fuera de los bosquetes. Es probable que se obtengan resultados al menos igualmente exitosos plantando bajo dosel previa extracción del yelmo.

### CONCLUSIONES

A través de ambos estudios quedó demostrado que la aplicación de intervenciones silviculturales tuvo un efecto muy favorable sobre la condición degradada del Bosque de Fray Jorge, a través de un significativo mejoramiento en el crecimiento de los árboles adultos y de la producción de regeneración natural bajo dosel de las especies leñosas. Esto último no es posible en las condiciones actuales de luminosidad que llega al suelo en rodales sin manejo. Para que parte de esta regeneración logre establecerse y desarrollarse será preciso evaluar la continuación de intervenciones sucesivas suaves en el dosel superior, como asimismo, al rebrote del sotobosque, de manera que se proporcione gradualmente a las plántulas mayores

niveles de luminosidad (Vita 1996). Asimismo, para la obtención de una cantidad de regeneración suficiente como para reemplazar en el futuro el actual dosel arbóreo, se plantea un complemento de plantación artificial de olivillo, petrillo y canelo, en proporciones a determinar en cada caso, mediante la instalación bajo dosel, de ejemplares previamente producidos en vivero.

Dentro de la aplicación de tratamientos silviculturales el control del yelmo constituye el aspecto más relevante, por cuanto su excesivo desarrollo interfiere la penetración de las neblinas en los bosquetes, se comporta como trepadora afectando el desarrollo de las copas de los árboles y genera condiciones de falta de luminosidad incompatible con la posibilidad de regeneración de las especies vegetales que constituyen el bosque.

En los sectores de bosque menos degradados, con mayor cobertura de copas, el yelmo constituye parte del ecosistema y se encuentra creciendo como un componente más del sotobosque. En cambio, la creación de espacios abiertos, como consecuencia de la caída de árboles o de porciones de éstos, determina la invasión del yelmo en los bordes que enfrentan la dirección de avance de las neblinas y los espacios interiores. El yelmo una vez cortado presenta una gran capacidad de regeneración vegetativa que no existe en ninguna de las otras especies leñosas del bosque. Además, la regeneración natural por semillas supera en número a cualquiera de las otras especies, ocurriendo lo mismo con su velocidad de crecimiento.

Por los motivos anteriores, la aplicación de tratamientos silviculturales, tanto a nivel de obtención de regeneración como de cortas intermedias para favorecer el crecimiento de ejemplares inmaduros, necesariamente deben considerar el control del yelmo, procurando que, de este modo, se recupere una condición de equilibrio existente en los sectores menos intervenidos.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores de este trabajo agradecen la participación en la instalación y medición del ensayo a los siguientes estudiantes de Ingeniería Forestal de la Universidad de Chile: Eduardo Martínez, Roberto Gallardo, Karina Santis, Mildred Vásquez y Ximena Aravena. Este estudio fue financiado por el Proyecto BIP N° 20092545-0.

## LITERATURA CITADA

- AGUILERA L (2000) Efecto de extractos acuosos y alcohólicos de diferentes órganos de *Griselinia scandens* (yelmo) sobre la germinación de semillas y crecimiento de plántulas de *Aextoxicon punctatum* (olivillo) en el Parque Nacional Fray Jorge. Proyecto Investigación de Tratamientos Silviculturales Rescate Bosque Fray Jorge. I Informe Semestral Junio 2000. 12 p y figuras.
- DILLON M & M MUÑOZ-SCHICK (1993) A revision of the dioecious genus *Griselinia* (Griselinaceae), including a new species from the coastal Atacama, Desert of northern Chile. *Botanica* 45(4): 261-274.
- DONOSO C (1993) Bosques templados de Chile y Argentina. Variación, estructura y dinámica. *Ecología forestal*. Editorial Universitaria. Santiago. 484 p.
- FLASTES B (1971) CORNACEAS. *Flora Ilustrada Catarinense* 1 Fascículo: 1-16
- GAJARDO R, M TORAL & V CUBILLOS (1984) Estudio de regeneración en el Bosque de Fray Jorge. CONAF IV Región Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales. 89 p.

- GAJARDO R & I GREZ (1990) Diagnóstico de algunos aspectos de la regeneración en el bosque de Fray Jorge (IV Región). Ministerio de Agricultura, Corporación Nacional Forestal, IV Región. 148 p.
- HOFFMANN A (1982) Flora silvestre de Chile, Zona Austral. Editorial Fundación Claudio Gay. Santiago, Chile. 258 p.
- KRAMER PJ & TT KOZLOWSKI (1960) Physiology of tree. MacGraw – Hill Book Co., Inc., New York.
- KORBNER TI (1982) Descripción y análisis del bosque de Olivillo en el Parque Nacional Fray Jorge. Tesis Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales, Escuela de Ciencias Forestales, U. de Chile. 126 p.
- PÉREZ S & MG BARCKER (2000) Effect of liana cutting on water potencial and growth of adult *Senna multijuga* (Caesalpinoidae) tree in Bolivian tropical forest. *Oecologia* 124: 469-475
- REICHE C (1902) Flora de Chile. Tomo III pp. 844 – 847.
- SMITH D, B LARSON, M KELTY & P ASHTON (1997) The Practice of Silviculture. Applied Forest Ecology. 9ª Ed. John Wiley and Sons, New York. 537 p.
- STRONG DR (1977) Epiphyte loads, tree-falls, and perennial disruption: a mechanism for maintaining higher tree species richness in the tropics without animals. *Journal of Biogeography*, 4: 215-218.
- TRONCOSO A, C VILLAGRÁN & M MUÑOZ (1980) Una nueva hipótesis acerca del origen y edad del bosque de Fray Jorge (Coquimbo, Chile). *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural (Chile)* 37: 117-152.
- VITA A (1990) Ensayo de reforestación con quillay (*Quillaja saponaria* Mol.), Illapel, IV Región-Chile. *Ciencias Forestales* 6: 37-48.
- VITA A (1996) Los Tratamientos Silviculturales. 2ª Ed. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Departamento de Silvicultura. 147 p.
- VITA A 1997. Silvicultura de formaciones nativas. En: G Valdebenito & S Benedetti (eds) *Forestación y silvicultura en zonas áridas y semiáridas de Chile*: 257-273. CORFO- INFOR.