



El “mal del ciprés” y la silvicultura del ciprés de la cordillera

Gabriel A. Loguercio¹ y Mario Rajchenberg²

Resumen

Para aplicar un manejo forestal con bases ecológicas es indispensable conocer las estructuras y el funcionamiento natural del bosque a intervenir. Al mismo tiempo es necesario identificar los factores de inestabilidad que, como disturbios, pueden incidir sobre la dinámica natural de los rodales. Dentro de estos factores se destacan las enfermedades, que obligan a cambiar la silvicultura, y hasta pueden imposibilitar el manejo del bosque. El "mal del ciprés" es el principal disturbio sanitario presente en los bosques de *Austrocedrus chilensis*, provocando la muerte de árboles en rodales más o menos extensos y el desmoronamiento progresivo de las estructuras. En el presente trabajo se resumen las diversas observaciones y estudios ecológicos, dendrocronológicos y sobre la existencia de hongos posiblemente patógenos, que justifican encuadrar al "mal del ciprés" como una enfermedad forestal de declinación. Aunque no se conozcan las causas que inician a la enfermedad, es necesario saber si es posible aplicar las pautas de manejo recomendables para bosques sanos, si deben modificarse tales criterios o aún si resulta imposible hacer silvicultura en cipresales enfermos. Se presentan ejemplos de intensidades de ataque, los cambios que se producen a nivel de árboles y de rodales y las respuestas de bosques enfermos a prácticas tradicionales de uso. La persistencia del ciprés en bosques enfermos sería posible mediante su continua regeneración natural; por ello se analizan las condiciones necesarias para el establecimiento de su regeneración. Se concluye que en bosques fuertemente atacados no es posible aplicar una silvicultura intensiva con objetivos productivos exigentes. Se hacen igualmente recomendaciones silviculturales prácticas para el manejo de bosques de ciprés enfermos, cuyo principal objetivo es asegurar el éxito de la regeneración natural.

Introducción

La estabilidad de un ecosistema forestal se explica como la capacidad de conservarse como tal

frente a disturbios internos y externos o recuperar su estado original luego de ocurrida alguna perturbación. En general se mide a través de los cambios en su productividad.

El manejo sustentable de los bosques con bases ecológicas requiere del conocimiento de las estructuras y la comprensión de la dinámica natural de los mismos sin influencia antrópica. Cuando las intervenciones silviculturales imitan a aquellos procesos que naturalmente regulan la dinámica de rodales, se lograrán los objetivos de manejo forestal con bajo input de energía (adicional a la solar) y menor riesgo de producir inestabilidades en el ecosistema.

Según Burschel y Huss (1997) existen varios factores que influyen la estabilidad de los bosques, tanto vírgenes como manejados, y deben ser considerados al hacer silvicultura. Estos son de orden antrópico como la lluvia ácida, el reemplazo de especies, la explotación forestal; abióticos como tormentas de nieve o de viento, incendios, inundaciones y bióticos: como plagas y enfermedades. Además, un factor particular de inestabilidad, por la incertidumbre sobre las causas asociadas a su ocurrencia, son las llamadas enfermedades de decaimiento. Las mismas están caracterizadas por causas y procesos bióticos y abióticos que interactúan entre sí en forma compleja, desencadenando un proceso de deterioro que luego se torna irreversible ([Manion 1991](#); [Manion y Lachance 1992](#)). Factores de largo alcance, como el potencial genético, la edad, el clima, condiciones de sitio, polución ambiental, actúan predisponiendo al hospedante, alterando su habilidad de enfrentar adversidades y causándoles estrés. Factores de corta duración, como una sequía, el congelamiento excesivo, daños mecánicos, defoliación por insectos, actúan incitando el desarrollo de la enfermedad. Por último, otros factores de largo alcance, como la presencia de insectos y/o de organismos patógenos oportunistas, que

sólo actúan en condiciones de debilitamiento del hospedante, contribuyen a la muerte del árbol.

El ciprés de la cordillera *Austrocedrus chilensis* (D. DON) FLORIN ET BOUTELJE, la conífera de más amplia distribución de los bosques andino-patagónicos-argentinos, está siendo afectada por un síndrome de etiología aún desconocida, que puede encuadrarse dentro del tipo de enfermedades de decaimiento. El "mal del ciprés" o "secamiento del ciprés" es el principal disturbio sanitario presente en los bosques de *Austrocedrus chilensis* y su presencia está condicionando las posibilidades de manejo silvicultural de esta especie. Se manifiesta como una defoliación prematura de las copas juntamente con el deterioro del sistema radical, culminando con la muerte del árbol en pie ([Havrylenko 1980](#); [Rajchenberg y Cwielong 1993](#)). Su extensión e importancia ha ido en aumento desde su detección en 1948 ([Hranilovic 1988](#)). Se han realizado diversos estudios para dilucidar el o los agentes causales de la enfermedad, lográndose importantes avances en cuanto a la etiología ([Varsavski et al. 1975](#); [Rajchenberg y Cwielong 1993](#); [Barrotaveña y Rajchenberg 1996](#); [Rajchenberg et al. 1997](#)), su relación con las condiciones de sitio ([Havrylenko et al. 1980](#); [Rosso et al. 1994](#); [Rajchenberg y Cwielong 1993](#)) la incidencia del clima y otros efectos abióticos ([Cali 1996](#); [Villalba y Veblen 1998](#)). Sin embargo, aún no se ha logrado determinar completamente la o las causas que inician el proceso de decaimiento ([Filip y Rosso 1999](#)).

Hasta hace poco tiempo los estudios sobre la ecología y la silvicultura de los bosques ciprés no habían considerado este disturbio como uno de los principales factores de inestabilidad. Pero su expansión cada vez mayor preocupa seriamente a los pobladores e instituciones de la región. Al mismo tiempo que se estudian las causas de la enfermedad, ha resultado imperioso, entonces, evaluar si las pautas de manejo recomendables para bosques sanos, son aplicables con éxito en bosques enfermos, o en su defecto que criterios silviculturales deberían adoptarse ante su ocurrencia. En

el presente trabajo se sintetiza el estado del conocimiento sobre esta enfermedad de decaimiento, sus consecuencias silviculturales y se realizan recomendaciones prácticas con el objetivo de conservar al ciprés cuando los rodales están afectados por la enfermedad.

Sintomatología

Defoliación

La enfermedad se caracteriza por el marchitamiento progresivo del follaje, su amarronamiento y la ulterior defoliación de la copa a lo largo de varios años; el árbol finalmente muere en pie (Figs. [1](#) y [2](#)), pudiendo ser volteado por el viento antes o después de que se produzca la defoliación total. Son afectados individuos de distintas edades, tamaños y posiciones sociológicas. En la mayoría de los casos la defoliación progresa uniformemente desde las ramas inferiores a las superiores y desde el fuste hacia las puntas de las ramas. No obstante, se encuentran copas de árboles diversamente defoliados, tal como han mostrado [Havrylenko et al. \(1980\)](#). De esta manera, en los rodales afectados se encuentran individuos con distintos tipos de copas que pueden clasificarse en base a la coloración del follaje y al porcentaje de defoliación (o porcentaje de copa 'abierta'), lo cual ha sido utilizado como criterio para otorgar grados de sanidad o de vitalidad a cada individuo ([Rajchenberg y Cwielong 1993](#); [Loguercio 1997](#)). En las características de la copa también intervienen factores como la edad, la densidad del rodal, y la posición sociológica, que pueden dificultar la categorización en las clases donde la

enfermedad aparece como incipiente.



Figura 1. Rodal de ciprés de la cordillera afectado con el "mal del ciprés", en el Parque Nacional Los Alerces, Chubut, Argentina

Si bien esta clasificación es a veces deficiente para identificar con certeza si un árbol está enfermo o sano (más adelante se explicarán otras razones que dificultan su reconocimiento), es de suma utilidad como elemento práctico para la caracterización silvícola de los rodales. Cuando un árbol se clasifica como fuertemente afectado en base a su intenso grado de defoliación, no existen dudas que está enfermo, y se lo marca para su corta.

Previo a la defoliación total es frecuente hallar cipreses femeninos enfermos que están intensamente fructificados. Además, la corteza puede abrirse longitudinalmente en el estadio final del proceso de defoliación o, más frecuentemente, luego de transcurridos más de dos años de la muerte.

Pudrición del sistema radical

El deterioro progresivo del sistema radical es la principal sintomatología encontrada bajo el nivel del suelo. Este deterioro se detecta por la pérdida de las características vitales de los tejidos sanos: la



Figura 2. Rodal de ciprés de la cordillera afectado con el "mal del ciprés", en el Parque Nacional Los Alerces, Chubut, Argentina

consistencia turgente y la coloración violácea de la corteza (presente también en la parte interna, aún en las raíces de diámetros mayores a los 3 cm), la coloración blanca de la albura y la resinación rápida ante el corte con cuchillo. Por el contrario, la relativa dureza (consistencia de corcho) y el desarrollo de una coloración marrón opaca de la corteza, una coloración que varía de beige, blanco ceniciento, amarillo-castaño a diversos tonos de marrón en la albura, y la resinación lenta o nula ante el corte con cuchillo, caracterizan las raíces afectadas (Fig. 3).



Figura 3. Raíz de ciprés de la cordillera afectada por la enfermedad. A la izquierda el tejido se encuentra sano, a la derecha está afectado

El deterioro afecta a algunas o a todas las raíces principales del sistema radical, pudiendo co-existir sectores totalmente sanos con otros enfermos. La pérdida de las características vitales progresa tanto en las raíces de diámetros menores al centímetro como en aquellas de diámetros mayores y se extiende incluso en la base del fuste. De esta manera es común encontrar en la albura de los tocones de árboles muertos por la enfermedad manchas más o menos continuas que se corresponden con las raíces afectadas. El deterioro



Figura 4. Parte basal de un fuste revelando la presencia de pudriciones castañas en la albura. El deterioro progresivo de las raíces culmina en el desarrollo de pudriciones, mayormente del tipo castaño-cúbicas (Figs. 4 y 5).

Las pudriciones castaño-cúbicas involucran a las raíces principales y al cuello, fueron detectadas desde el primer estudio realizado sobre la enfermedad por [Varsavsky et al.](#) (1975) y confirmado luego por



Figura 5. Tocón descalzado de ciprés de la cordillera muerto por la enfermedad mostrando un intenso desarrollo de pudriciones castañas en la albura del fuste y de las raíces principales.

[Rajchenberg y Cwielong](#) (1993) y [Barroetaveña y Rajchenberg](#) (1996). [Havrylenko et al.](#) (1980) también detectaron el desarrollo de pudriciones blancas, pero no fueron cuantificadas ni identificadas. Las pudriciones castaño-cúbicas se restringen a la albura y pueden avanzar en el fuste hasta aproximadamente el metro de altura. En los ejemplares afectados se encuentran distintas situaciones referidas al grado de deterioro de las raíces que varían desde el desarrollo de tejidos manchados a la presencia de pudriciones más o menos desarrolladas. En los casos extremos toda la albura de la base del fuste está comprometida con pudriciones, en otros las pudriciones avanzan como ‘columnas’ que se corresponden con una-varias raíces afectadas. El deterioro y la muerte de una parte del sistema radical produce la muerte del cambium correspondiente en la base del fuste. De tal manera pueden encontrarse sectores del cambium en la base del árbol que ya no producen anillos de crecimiento entremezclados con otros sectores aún vivos o muertos a diferentes edades (Fig. 6). El cambium se ‘reconstituye’ hacia arriba, a medida que los flujos de nutrientes provenientes de otras partes sanas del sistema radical se redistribuye en todo el perímetro del fuste. La intensidad de la pudrición y el número de raíces podridas o afectadas compromete la estabilidad de los árboles, que fácilmente pueden ser volteados por el viento. Es usual el vuelco de los árboles tras el secamiento, pero también se hallan individuos con copas verdes que han sido volteados debido a que parte de su sistema radical está

afectado con pudriciones ([Rajchenberg y Cwielong 1993](#)).

Agregación espacial, distribución y condiciones de sitio

La enfermedad se manifiesta en forma agregada (Figs. 1 y 2) o desagregada (Fig. 7), en grupos pequeños de individuos (4-5) o en rodales extensos de varias hectáreas, formando 'manchones' más o menos circulares o 'lenguas' alargadas. Se ubican generalmente en la zona intermedia o inferior de las pendientes, pero no existen datos cuantificados al respecto. [Rosso et al.](#) (1994) demostraron, por métodos estadísticos de análisis de autocorrelación espacial, que la enfermedad se desarrolla y extiende en forma agregada, existiendo una mutua segregación entre los individuos sanos y los afectados cuando la incidencia de la enfermedad era baja. Las condiciones ambientales particulares de cada parcela estudiada también tuvieron influencia en el grado de agregación en determinados niveles de incidencia de la enfermedad.

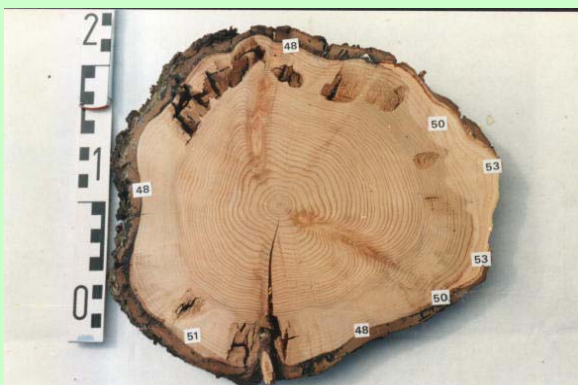


Figura 6. Sección transversal del fuste de un ejemplar de ciprés de la cordillera afectado, con el "mal del ciprés", obtenido a la altura del tocón. El ejemplar, aún vivo, presentaba una copa parcialmente defoliada. Los números indican la edad a la cual se murió el cambium en un determinado sector. Se observa el desarrollo de pudriciones castaño-cúbicas en la albura. El sector de la derecha resultó el único sector vivo de albura y cambium al momento del apeo del ejemplar.

A partir de un mapa de distribución de la enfermedad realizado para el P.N. Nahuel Huapi ([Havrylenko et al.](#) 1980; [Rosso et al.](#) 1994) y del estudio de numerosas parcelas en el mismo ([Baccalá et al.](#) 1998), se han podido establecer algunos patrones ecológicos para la enfermedad. Los patrones relacionados con una mayor incidencia de la

enfermedad incluyen sitios con: alta precipitación, pendiente media a baja y altitudes bajas. Ello parece cierto según observaciones en otros bosques en las provincias de Chubut, Neuquén y Río Negro, incluidos los P.N. Los Alerces y Lanín. Existen, no obstante, excepciones, como por ejemplo 'manchones' de enfermedad en la zona de Confluencia (RN) con precipitaciones aproximadas de 700 mm y en distintos rodales del Valle del río Futaleufú (CH) donde existen 'manchones' ubicados en pendientes muy acentuadas.



Figura 7. Rodal de ciprés de la cordillera afectado por el "mal del ciprés", con distribución espacial desagregada de la enfermedad; Valle 16 de Octubre, futaleufú, Chubut, Argentina.

Las características edáficas del sitio junto con las mencionadas más arriba, parecen jugar un rol importante como disparadores del deterioro del sistema radical y de su progresión. Sitios que presentan un mal o pobre drenaje del agua, han sido señalados reiteradamente como los más susceptibles a desarrollar la enfermedad ([Havrylenko et al.](#) 1989; [Rajchenberg y Cwielong 1993](#); [Baccalá et al.](#) 1998). Se ha hipotetizado que estas condiciones actúan beneficiando el desarrollo de organismos patógenos del suelo o por acción directa del agua.

En un rodal del Valle del río Futaleufú en Chubut, [Rajchenberg y Cwielong](#) (inédito) midieron la tensión hídrica del suelo durante 1994 en dos parcelas contiguas, una sana y otra intensamente afectada. Encontraron que en la parcela sana siempre existió tensión hídrica negativa, aún durante los meses de máxima precipitación, en tanto que en la parcela

enferma la tensión fue mínima o casi nula desde mediados de mayo hasta septiembre (Fig. 8). Esto último se correlaciona con la existencia de anegamiento del suelo durante un período prolongado. La Manna y [Rajchenberg](#) (2001) mostraron que la conductividad hidráulica saturada del suelo en rodales enfermos es menor que en los rodales sanos, sugiriendo que existe una relación entre la enfermedad y el drenaje deficiente. La presencia de anegamiento correlacionada con la ocurrencia de un horizonte arcilloso a poca profundidad ha sido observada en muchos rodales enfermos, aunque aún no ha sido debidamente estudiada.

Etiología

En el mismo estudio se monitoreó la presencia de Oomycota (Pythiaceae), cuya presencia y relación con la enfermedad ha sido sugerida numerosas veces

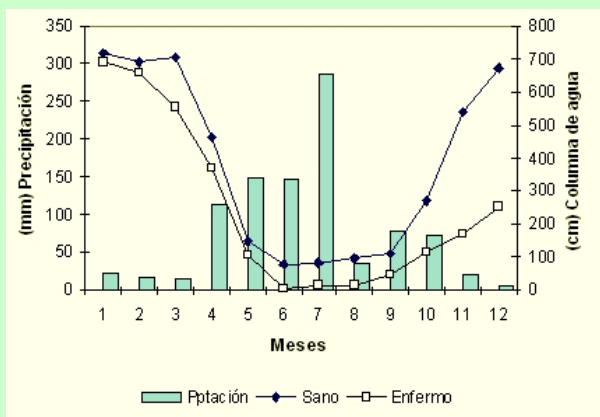


Figura 8. Variación anual de la precipitación y la tensión hídrica del suelo en dos rodales contiguos (sano y enfermo) del ciprés de la cordillera (Valle 16 de Octubre, Futaleufú, Chubut, Argentina), 1994. ([Baccalá et al.](#) 1998; [Hansen](#) 1999; [Havrylenko et al.](#) 1989; [Rajchenberg y Cwielong](#) 1993). Se identificaron numerosas especies de los géneros *Pythium* y *Phytophthora*, siendo las de *Phytophthora* más frecuentemente halladas en rodales enfermos que en los sanos. La mayoría de las especies aisladas estuvieron

relacionadas con el sitio y sólo *Pythium elongatum* Mathews y *Phytophthora pseudotsugae* Hamm & Hansen fueron relativamente frecuentes. La determinación de



Figura 9. Aspecto de *Coniophora arida* en la base de un ejemplar de ciprés de la cordillera muerto y volteado por el viento. muchos taxones, no obstante, debe ser aún confirmada ([Hansen](#) 1999).

Las pudriciones castañas halladas en la albura de las raíces y de la base del fuste son producidas por dos basidiomicetes, *Coniophora arida* (Fr.) Karst. (Boletales, Coniophoraceae, Fig. 9) y *Postia dissecta* (Lév.) Rajchenb. (Aphyllporales, Polyporaceae, Fig. 10) ([Barroetaveña y Rajchenberg](#) 1996). Estas dos especies son hongos lignívoros saprófitos frecuentes en todos los bosques nativos de la región Andino Patagónica. Si bien se han observado numerosos ejemplares de individuos en pie o recientemente volteados (ambos con follaje aún presente) que presentaron fructificaciones de ambos hongos en la base del fuste o de las raíces, parecería que su presencia es del tipo oportunista.



Figura 10. Fructificación de *Postia dissecta*

Una pudrición blanca en el duramen de ejemplares sanos y enfermos también ha sido detectada, pero no tiene relación con la enfermedad ([Barroetaveña y Rajchenberg](#) 1996, Fig. 11).

Estudios dendrocronológicos



Figura 11. Aspecto de las pudriciones blancas en el duramen de ciprés de la cordillera.

utilizando métodos dendrocronológicos. Encontró que el decaimiento de los ejemplares afectados (reflejado en los anillos de crecimiento) podía iniciarse hasta 75 años antes de ocurrir su muerte, y mucho antes que se manifestaran los síntomas en el follaje. No siempre existía correlato entre la sintomatología externa y las características de los anillos de crecimiento. El inicio del decaimiento, en un caso estuvo precedido por períodos secos y cálidos que habrían actuado como ‘disparadores’ del deterioro y en el otro caso el inicio del decaimiento fue precedido por eventos geológicos como el

terremoto ocurrido en 1960 fuera de la costa de Valdivia en el sur de Chile, el cual habría ocasionado descalce y rotura de raíces (*cf.* [Kitzberger et al](#), 1995) o bien modificado las napas freáticas. Estos eventos estuvieron seguidos por períodos de alta precipitación de primavera y temperaturas relativamente bajas a fin de primavera y verano que, si bien se correlacionan con buenos crecimientos en el ciprés, también benefician el crecimiento y desarrollo de numerosos patógenos del suelo. En las parcelas estudiadas, [Cali](#) (1996) también encontró cursos de agua relacionados con los sitios donde se inició o desde donde progresó la enfermedad en el rodal. Este estudio señala factores abióticos como los disparadores de la enfermedad, pero por sí solo no

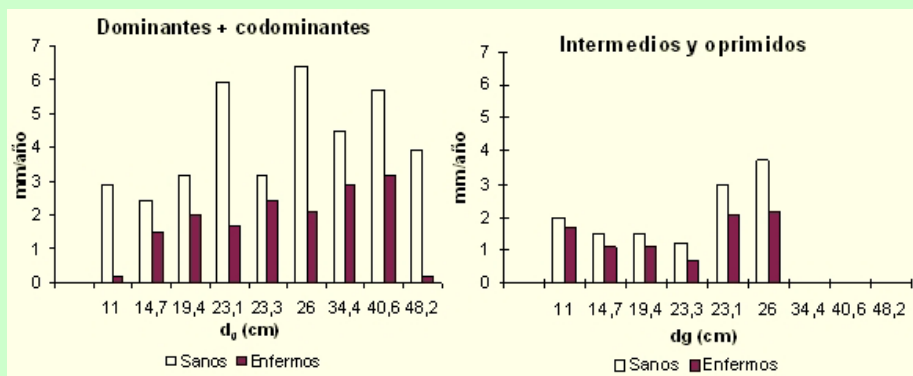


Figura 12. Incremento corriente anual en diámetros promedio de cipreses sanos y enfermos dominantes + codominantes (izquierda) e intermedios + oprimidos (derecha) de 9 parcelas permanentes del Cuartel Loma del Medio-Río Azul (Loguercio 1999). d₀= diámetro medio cuadrático de cada parcela

[Cali](#) (1996) realizó investigaciones sobre la enfermedad en dos parcelas afectadas por el Mal en el Parque Municipal Llao-Llao de S.C. de Bariloche

explica el proceso de cómo y porqué se desarrolla la misma.

Consecuencias silviculturales

Intensidades de afectación a nivel de rodal

Las intensidades de ataque observadas, según el grados de defoliación, han sido variables, tanto en rodales sin intervenciones, como en aquellos donde se habían extraído las plantas muertas. Como se observa en

reducción de la densidad, aumenta la inestabilidad del rodal, y los árboles remanentes enfermos comienzan a caerse por efecto del viento y la nieve, como se describió en el punto anterior.

Es sabido que los árboles dominantes y

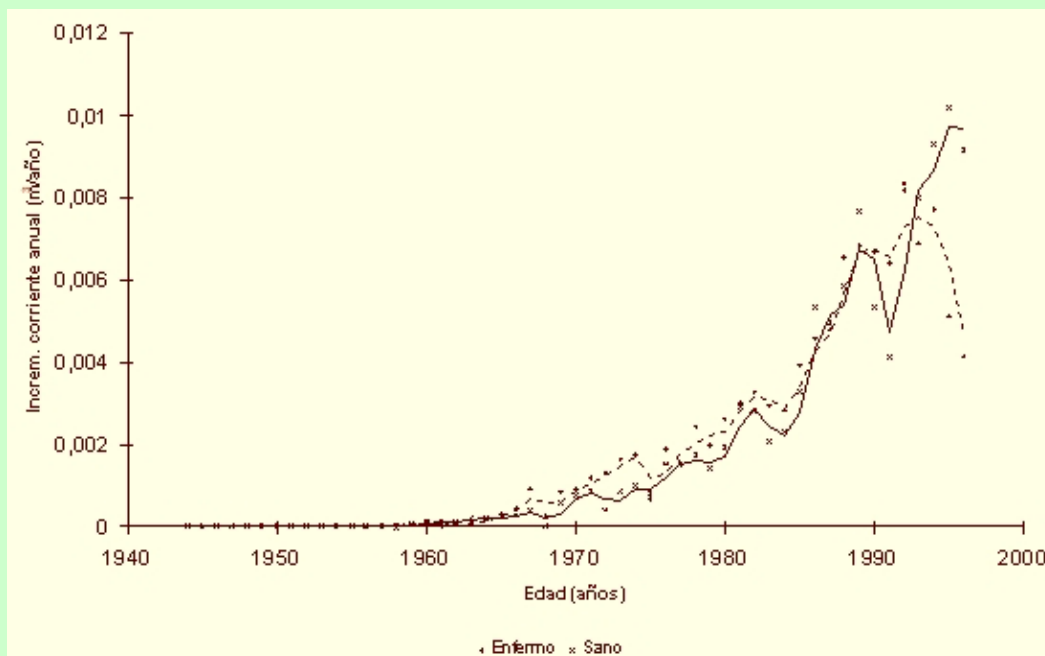


Figura 13. Ejemplo de la disminución abrupta del incremento corriente anual en volumen de un ciprés enfermo respecto a otro sano, ambos individuos de dimensiones similares y bajo un estado de competencia comparable.

la Tabla 1, en 10 parcelas (1000 m² c/u) representativas de rodales muy atacados, se han registrado entre 28 y 86 % de árboles enfermos, que representan entre 22 y 91 % del área basal del rodal (Loguercio 1997). Esto significa que en bosques muy afectados prácticamente todos los individuos pueden estar enfermos.

Incidencia del "mal del ciprés" sobre el crecimiento

Como ya se ha mencionado el "mal del ciprés" tiene influencia sobre el crecimiento (Cali 1996), y esto tiene importancia silvicultural (Loguercio 1997). Tres parcelas permanentes ubicadas en rodales enfermos en un sitio húmedo (Cuartel Loma del Medio -Río Azul, El Bolsón, RN), con 30, 40 y 58 m²/ha de área basal, respectivamente, presentaron, un incremento corriente anual en volumen de 4, 5 y 8 m³/ha/año (Loguercio 1997). En el mismo período, por cortas de ejemplares muertos y enfermos, se extrajeron de dichas parcelas 3, 7 y 22 m³/ha/año. Cuando el volumen de las plantas que mueren en un determinado período supera al incremento de las plantas vivas en el mismo tiempo, se produce una

codominantes crecen más rápido que los intermedios y oprimidos. En bosques con "mal del ciprés", ambos estratos ven

afectado su desarrollo. La figura 12 muestra la pérdida promedio del incremento corriente anual en diámetro de bosques puros de ciprés en 9 parcelas permanentes (ubicadas en el Cuartel Loma del Medio - Río Azul, RN). Las plantas dominantes y codominantes de cada parcela crecieron, en promedio, 1-4 mm/año menos que las plantas sanas. En el estrato inferior la diferencia fue menor, entre 0,3 -1,5 mm/año por parcela.

Tabla 1 Parámetros dasométricos de rodales afectados con distintas intensidades del "mal del ciprés".

Rodal N°	N/ha	% Enfermos + Muertos	AB (m ² /ha)	% Enfermos + Muertos
1	1030	28	56	22
2	870	55	58	25
3	1880	55	79	44
4	1030	35	70	28
5	2050	46	79	37
6	1440	86	53	91
7	1110	72	50	64
8	1230	43	53	43
9	2525	30	67	61
10	3250	38	60	52
Promedio		49		47

En otro estudio (Loguercio 1997) se analizó la evolución del incremento individual de 11 pares de cipreses del estrato dominantes, de los cuales un árbol de cada par estaba sano y el otro fuertemente afectado

metodológico que esto conlleva es que no es posible diferenciar con facilidad dentro del rodal plantas sanas de enfermas en el estado inicial del ataque.

Cortas de saneamiento

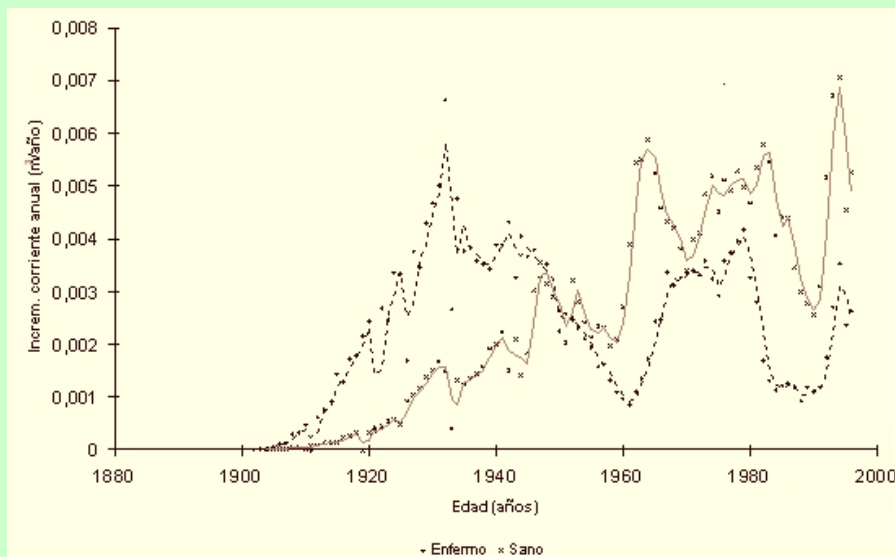


Figura 14. Ejemplo de la disminución paulatina del incremento corriente anual en volumen de un ciprés enfermos respecto otro sano, ambos individuos de dimensiones similares y bajo un estado de competencia comparable por el "mal del ciprés", de dimensiones similares y en

situaciones de competencia comparables. Se observaron dos tendencias en la evolución del crecimiento. Por un lado hubo plantas enfermas que en comparación a su pares sanas, redujeron su incremento en un período de tiempo relativamente corto, entre 5 y 25 años (Fig. 13). Por otro lado hubo plantas enfermas que redujeron su incremento en forma paulatina, en un período que llevó entre 25 y 50 años.

Estos resultados concuerdan con las observaciones de Cali (1996), respecto a que la enfermedad estaría presente en el árbol mucho antes de que se manifieste por la defoliación. El problema

Una característica de la enfermedad es que la madera de las plantas afectadas conserva sus propiedades tecnológicas, incluso luego de la muerte. Por esta razón, en un principio, frente al avance regional de la enfermedad, comenzaron a realizarse cortas denominadas *de saneamiento*, que tenían dos objetivos (1) disminuir los focos de infección para evitar la expansión de la enfermedad a árboles y rodales vecinos y (2) el aprovechamiento comercial de la madera de las plantas afectadas, muertas y enfermas. Un ejemplo de ello es el bosque dominado por ciprés del Cuartel Loma del Medio-Río Azul, en la Provincia de Río Negro, cuyo

Plan de Ordenación ([Chauchard y Barnaba 1986](#)) prescribió cortas de saneamiento sobre toda la superficie en 5 años, extrayendo las plantas muertas y con intensa defoliación, por un total de 25.000 m³. El resultado de tales intervenciones no fue el esperado. Por un lado, luego de las cortas, la enfermedad continuó su avance sobre plantas aparentemente sanas, por otro lado,

"mal del ciprés", ubicados en las proximidades de la localidad de Epuyén, Provincia del Chubut ([Loguercio et al. 1998](#)). En el rodal I, con baja intensidad del "mal del ciprés", la densidad en área basal es 42 m²/ha. En las clases diamétricas menores se observan los primeros ejemplares enfermos y muertos. El rodal II, donde se había realizado una corta de ejemplares muertos y

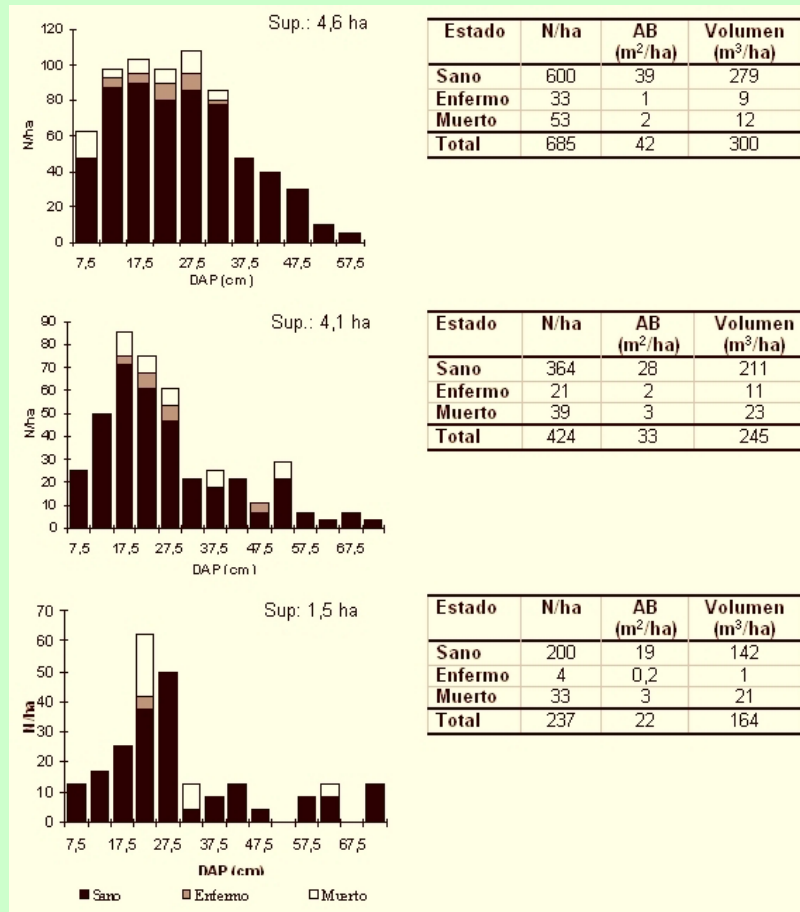


Figura 15. Diagrama de frecuencias (izquierda) y parámetros dasométricos (derecha) de tres rodales puros de ciprés de la cordillera, según su estado sanitario. Arriba: rodal I; centro: rodal II; abajo: rodal III. Predio privado. Localidad de Epuyén, Chubut

algunos rodales que en principio se habían 'saneado', volvieron en poco tiempo a presentar nuevos árboles enfermos y muertos. Ello obligó a reiterar las intervenciones, perdiéndose el objetivo de controlar el avance de la enfermedad. Entre 1987 y 1996 se extrajeron 32.800 m³, 7800 m³ más del previsto por el 'saneamiento'.

Cambios de estructura por avance de la enfermedad

La enfermedad afecta a los rodales produciendo cambios sustanciales en sus estructuras. La figura 15 muestra un ejemplo de tres rodales de un mismo origen postfuego, con diferentes intensidades del

enfermos, en pocos años volvieron a aparecer nuevos individuos con el mismo estado, reduciendo la densidad a 33 m²/ha. Por último el rodal III, donde se habían realizado más de dos cortas recurrentes de individuos muertos y enfermos, volvieron a aparecer nuevos cipreses afectados, bajando la densidad remanente a

solo 22 m²/ha. De esto se desprende que (1) cualquier planta del rodal puede ser afectada, independientemente de su tamaño (DAP) y (2) bajo el supuesto que la estructura de los tres rodales representaría la evolución

postfuego, concluyéndose que la existencia de bosques regulares al oeste e irregulares hacia el este, está definida por las diferentes condiciones de sitio (Donoso 1993; [Veblen et al.](#) 1995; 1996; [Kitzberger](#) 1994;

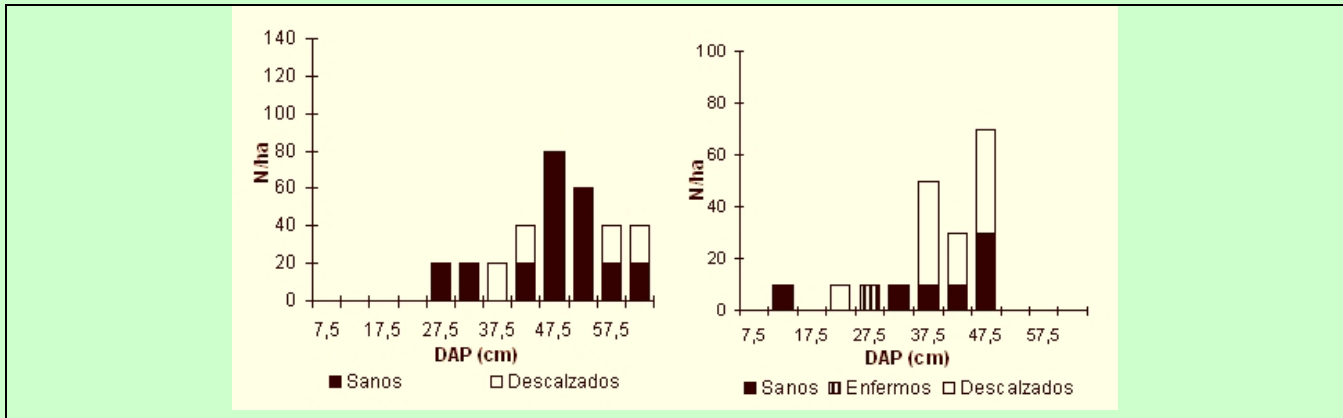


Figura 16. Distribución diamétrica de cipreses caídos por viento en dos parcelas permanentes, fuertemente afectados por el "mal del ciprés" en el Cuartel Loma del Medio- Río Azul, SFA-INTA, El Bolsón, Río Negro

de la enfermedad con el transcurso del tiempo, la pérdida de densidad de I a III ocurriría en dirección al desmoronamiento total de la estructura del rodal (salvo que se tomaran las precauciones para que se recuperara por regeneración natural).

[Villalba](#) 1995; [Loguercio](#) 1997).

El establecimiento de la regeneración natural del ciprés está en relación con la humedad del suelo, principalmente durante el primero y segundo verano de vida de los renovales, que es cuando ocurre la mayor

Tabla 2 Sobrevivencia relativa (%) por tratamiento luego del primer período de crecimiento en dos experimentos realizados en las localidades de Trevelin y Epuyén, Chubut.

Experimento	Tratamiento	Env. 2:1	Rd.2:0	Rd. 4:0
● Trevelin	Prot. Natural	80	45	60
	Prot. Artificial	12	15	3
	Sin protección	0	0	1
● Epuyen	Tratamiento	Env. 1:2	Rd. 4:0	Rd. ?:2(*)
	Prot. Natural	63	83	50
	Prot. Artificial	32	45	4
	Sin protección	0	1	0

Env.: planta en envase; Rd.: planta a raíz desnuda;(*) plantas repicadas del bosque.

El último aspecto se acentúa por la mayor exposición de los árboles enfermos con sus raíces podridas, que son volteados por la presión del viento y la nieve. Suele observarse en rodales muy afectados, la presencia de árboles descalzados de diferentes tamaños, con sus platos de raíces podridas expuestas (Fig. 16).

mortalidad ([Gobbi y Schlichter](#) 1998). En rodales intervenidos, con menor cobertura arbórea, la existencia de arbustos en el sotobosque estarían jugando un rol de protección para la regeneración, que favorece la sobrevivencia de los renovales ([Loguercio](#) 1997; [Gobbi y Schlichter](#) 1998).

La regeneración del ciprés en bosques degradados

La regeneración natural

Los estudios de estructura de los bosques de ciprés sin intervenciones permitieron interpretar la dinámica de establecimiento de la regeneración natural

Reforestación con ciprés en sitios degradados

La necesidad de protección de la regeneración durante los primeros años de vida fueron corroboradas en experimentos de plantación de ciprés, bajo diferentes condiciones de sitio, cuyos resultados se presentan en la

Tabla 2 (Loguercio 1997). En el tratamiento sin ninguna protección, la sobrevivencia de los plantines -tanto del

coberturas de protección: *cobertura arbórea sin sotobosque*, *cobertura arbórea con sotobosque* y

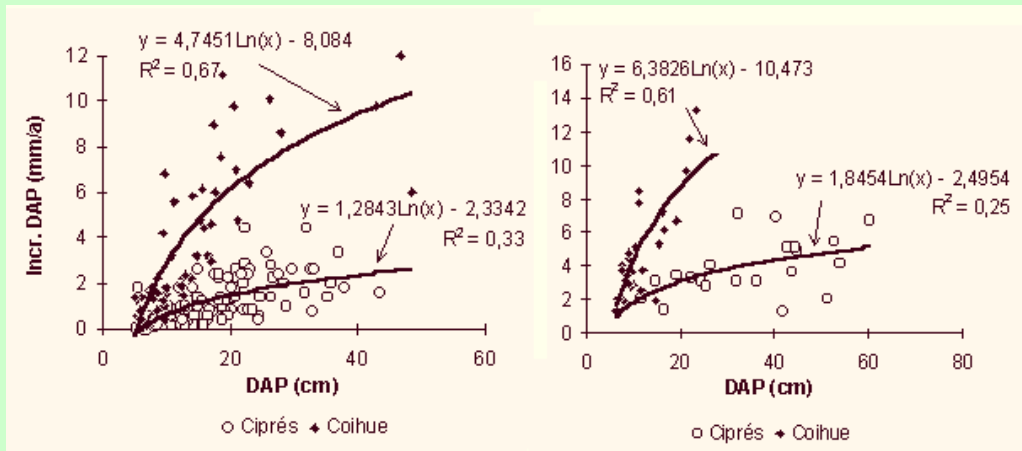


Figura 17. Incremento corriente anual en diámetro (mm/año) de árboles de ciprés y coihue en dos parcelas permanentes de la Reserva Forestal "Loma del Medio-Río Azul".

tipo "raíz desnuda", como "en envase"- transcurrido el primer verano, fue prácticamente nula. Con una protección artificial, colocando una tablita al norte de

matorral sin cobertura arbórea. En los dos últimos tratamientos los plantines fueron colocados cuidadosamente en la sombra sur de cada arbusto. Luego de un año, la sobrevivencia promedio del

Tabla 3 Sobrevivencia relativa (%) según clases de cobertura y niveles de precipitación en una transecta a la latitud de las ciudades de El Bolsón-El Maitén.

Precipitación (mm/año)	Cobertura arbórea con sotobosque	Cobertura arbórea sin sotobosque	Sin cobertura arbórea, con matorral
1200	76	88	92
900	85	91	92
---	--	--	--

Tabla 4 Sobrevivencia relativa promedio de los experimentos de reforestación con ciprés, coihue, roble pellín y raulí, en los tratamietos bajo cobertura arbórea y en matorral.

Tratamientos	ciprés	altura (cm)	coihue	altura (cm)	roble pellín	altura (cm)	raulí	altura (cm)
Cobertura de matorral	98	14	91	32	98	33	98	33
	--	--	--	--	--	--	--	--

cada planta, mejoró la sobrevivencia, aunque en ningún caso superó el 50 %. En el tratamiento bajo protección arbustiva la sobrevivencia aumentó considerablemente, llegando al 80 % de los plantines en envase en Trevelin y a raíz desnuda en Epuyén.

El matorral arbustivo naturalmente no presenta una distribución regular; sin embargo la plantación se realizó con una equidistancia de dos x dos metros, quedando algunas plantas más expuestas que otras, y es allí donde se produjeron las mayores pérdidas. Con base en esta observación se realizó otro experimento para evaluar, en función del gradiente de humedad oeste-este (tres niveles de precipitación), el efecto de diferentes

conjunto de los tratamientos superó el 80 %, como lo indica la Tabla 3. Bajo cobertura arbórea de rodales abiertos, con y sin sotobosque, la sobrevivencia fue alta. Esto significa que la protección arbustiva del sotobosque sería solo necesaria los primeros años de vida de los plantines.

Reforestación para el desarrollo de bosques mixtos

La reforestación podría considerarse como una estrategia para la recuperación de bosques degradados por el "mal del ciprés": En los bosques naturales mixtos de coihue-ciprés, el coihue *Nothofagus dombeyi* (MIRB.) OERST. aumenta notablemente la producción del sitio

respecto a los bosques puros de ciprés ([Loguercio 1997](#)). Mientras que en bosques puros de ciprés densos a los 60 a 80 años de edad se registraron incrementos corrientes en volumen de 2,5 a 7,5 m³/ha/año, bosques mixtos de coihue-ciprés de edades similares, presentaron incrementos entre 6,5 m³/ha/año (participación relativa en área basal = ciprés: 74 %, coihue: 26 %) y 17,5 m³/ha/año (participación relativa en área basal= ciprés: 20 %, coihue: 80 %) ([Loguercio 1997](#)). La figura 17 muestra incrementos en diámetro de dos parcelas permanentes de ciprés-coihue en la Reserva Forestal "Loma del Medio-Río Azul". Se aprecia, que para los mismos diámetros, el coihue duplicó los incrementos respecto al ciprés.

Este hecho resulta sumamente interesante a considerar para la recuperación de los bosques degradados por "mal del ciprés" ([Loguercio, 1997](#)). El roble pellín *Nothofagus obliqua* (MIRB.) OERST., una especie de buen crecimiento y con madera de alto valor, en parte de su área de distribución, también se combina naturalmente con el ciprés (ej. costas del río Aluminé en Neuquén). Esto plantea un interrogante: ¿Sería posible transformar bosques de ciprés puros degradados en bosques mixtos, introduciendo coihue y/u otras especies nativas de la región?. El objetivo en este caso sería aumentar la producción forestal y su valor por el enriquecimiento con especies latifoliadas de la región, conservando al mismo tiempo al ciprés en los rodales. Para buscar respuestas a esta pregunta se han iniciado experiencias de reforestación con ciprés, coihue, roble pellín y raulí en rodales fuertemente afectados por el "mal del ciprés". Los tratamientos incluyeron *cobertura abierta de cipreses adultos enfermos, sin sotobosque* y *bajo matorral arbustivo, sin cobertura arbórea*. Cada tratamiento se realizó sobre parcelas de 15 plantas/especies (en total 60 plantas) con tres repeticiones cada una. La plantación en matorral se realizó abriendo fajas en sentido oeste-este y colocando cada planta a la sombra sur de los arbustos.

En la Tabla 4 se presentan los resultados luego

del primer verano de la plantación. La sobrevivencia fue muy alta en todos los casos, superando en promedio el 90 % de prendimiento. Las mayores pérdidas -solo del 13 %- fueron de coihue en el tratamiento bajo cobertura arbórea. En el tratamiento bajo matorral, el efecto de colocar cada plantín protegido al sur de uno o un grupo de arbustos, tuvo efectos positivos.

Si bien estos resultados son alentadores, es necesario repetir esta experiencia en distintas condiciones de sitio, con distintos tipos de plantas y con un seguimiento de por lo menos 3-4 años.

Conclusiones

Causas de la enfermedad

El conjunto de evidencias con que se dispone permite encuadrar al 'mal del ciprés' dentro del tipo de las enfermedades forestales de decaimiento ([Manion 1991](#); [Manion y Lachance 1992](#)), caracterizadas por: a) la ausencia de un agente etiológico biótico definido; b) la aparición de organismos oportunistas; c) la existencia de factores que inician o 'disparan' un proceso de declinación en el árbol; y d) la existencia de factores que predisponen y/o contribuyen para que la declinación prosiga.

Es factible presentar un esquema de cómo se desarrollaría esta enfermedad. Algunas condiciones climáticas (como ser un período de primaveras y veranos relativamente secos ([Cali 1996](#)] o eventos sísmicos ([Kitzberger et al. 1995](#)) dispararían el proceso de decaimiento mediante la muerte de las raíces primarias. A esto contribuirían las características de los sitios que determinarían, con la profundidad del suelo y la capacidad de retención de agua, el tipo de crecimiento del rodal y la oportunidad de 'resistir' a un desecamiento ([Rajchenbeg y Cwielong 1993](#); [Cali 1996](#); [Havrylenko et al. 1980](#)). El sitio, junto con condiciones climáticas favorables (primaveras relativamente lluviosas y frías) contribuirían a que agentes patógenos presentes en el suelo actúen sobre el sistema radical,

infectándolo y deteriorándolo. La progresión del deterioro radical determinaría la muerte del cambium y el deterioro y muerte de la albura, con lo cual el crecimiento y la conducción de nutrientes se alteraría, ocasionando la marchitez y la defoliación progresiva, siempre que las condiciones prevalecieran. El hallazgo de numerosas especies patógenas que habitan en el suelo, encontradas en diferentes sitios con la enfermedad, plantean la posibilidad de que diferentes organismos aprovechan las condiciones de estrés a las que está sometido un determinado rodal afectado con la enfermedad. Los tejidos de la albura afectados son rápidamente colonizados y podridos por hongos lignívoros que provocan pudriciones castañas.

Se impone la realización de estudios que permitan caracterizar en forma sistemática los sitios donde se desarrolla la enfermedad, en contraposición con aquellos adyacentes donde no ocurre, con el fin de recabar datos que permitan predecir el desarrollo de la enfermedad.

Consideraciones silviculturales

Desde el punto de vista silvicultural la influencia del "mal del ciprés" sobre los cambios de estructura y dinámica de los rodales y las consecuencias para el manejo se pueden resumir en los siguientes puntos:

- i. La enfermedad puede afectar a árboles de cualquier clase diamétrica.
- ii. Las intensidades del "mal del ciprés" observadas en bosques fuertemente atacados (considerando árboles con defoliación y muertos) son variables, pudiendo afectar a casi todos los individuos del rodal.
- iii. Aún árboles aparentemente sanos, juzgado por el estado de sus copas, pueden estar afectados, ya que varios años antes de la manifestación externa de la enfermedad, presentan disminución de su incremento. Esto imposibilita saber con facilidad que individuos

dentro de un rodal pueden estar afectados en una etapa inicial de la enfermedad.

iv. El avance de la enfermedad produce inestabilidad de los árboles por pudrición de las raíces y su vuelco por el viento, conduciendo tarde o temprano al desmoronamiento del rodal, cuando no hay recuperación por regeneración natural.

v. La denominada "corta de saneamiento" (eliminación de árboles muertos y con fuerte defoliación, para aprovechar su madera y con el fin de reducir la infección) que fue concebida en la práctica, no ha sido efectiva en el sentido de controlar el avance de la enfermedad, y por lo tanto no es útil para este objetivo.

vi. De esto surge que, mientras no exista algún nuevo conocimiento sobre la enfermedad y su control, no es posible realizar una silvicultura intensiva con objetivos productivos exigentes.

vii. La opción silvicultural para el aprovechamiento económico de los bosques enfermos y su conservación es la aplicación de "Cortas de Recuperación y Regeneración" que consisten en la corta periódica (cada 3-5 años) de cipreses muertos o con defoliación prácticamente completa, salvo de las plantas femeninas que deben conservarse hasta su muerte por ser proveedoras de semillas para la regeneración y al mismo tiempo mantener la cobertura de protección del sotobosque hasta que los renovales alcancen una altura de 30-50 cm.

viii. La reforestación con ciprés para la recuperación de bosques y tierras degradadas es técnicamente posible. La plantación bajo cobertura arbórea puede realizarse con un diseño regular. En superficies sin bosque, el diseño y la densidad de la plantación deben adaptarse a la existencia y distribución de una cobertura arbustiva.

ix. Debe seguir experimentándose la introducción de otras especies de la región en rodales fuertemente afectados por el "mal del ciprés", como coihue, roble pellín y raulí, para evaluar su compatibilidad con el

ciprés en la creación de bosques mixtos y con el fin de aumentar el valor de la producción forestal futura a través de la aplicación de una silvicultura intensiva. El enriquecimiento de rodales enfermos debe, al mismo tiempo, asegurar la conservación del ciprés a través de la regeneración natural.

La propuesta silvicultural realizada debe ser monitoreada en la práctica de manera de cuantificar la producción del sistema silvícola según el avance de la enfermedad y el crecimiento de los nuevos árboles a partir de la regeneración natural. Luego de realizadas las cortas de recuperación y establecida la regeneración (30-50 cm), una medida a evaluar sería la realización de una corta de limpieza parcial del sotobosque para la liberación de los renovales y para la reducción de combustible como medida de prevención de incendios forestales.

BIBLIOGRAFÍA

- BACCALA N. B., ROSSO H. P. y HAVRYLENKO M. 1998. *Austrocedrus chilensis* mortality in the Nahuel Huapi National Park (Argentina). For. Ecol. & Manag. 109: 261-269.
- BARROTAVEÑA C. y RAJCHENBERG M. 1996. Hongos Aphyllorphorales (Basidiomycetes) que causan pudriciones en *Austrocedrus chilensis* en pie. Bol. Soc. Argent. Bot., 31: 201-216.
- CALI S.G. 1996. *Austrocedrus chilensis*: estudio de los anillos de crecimiento y su relación con la dinámica del "Mal del Ciprés" en el P.N. Nahuel Huapi, Argentina. Tesis de Licenciatura en Cs. Biológicas, Univ. Nac. del Comahue, Bariloche, 143 pp.
- CHAUCHARD L. M. y BARNABA J. C. 1986. Plan de Ordenación Cuartel de Loma del Medio- Río Azul. Comisión Mixta, convenio IFONA- Servicio Forestal Andino. El Bolsón, Río Negro.
- DONOSO C. 1993. Bosques templados de Chile y Argentina. Variación, estructura y dinámica. . Editorial Universitaria. Conaf. Santiago de Chile. 483 pp.
- FILIP G. M. y ROSSO P. H. Cypress mortality (mal del ciprés) in the Patagonian Andes: comparisons with similar forest diseases and declines in North America. Eur. J. For. Path. 29: 89-96.
- GOBBI M. y SCHLICHTER T. 1998. Survival of *Austrocedrus chilensis* seedlings in relation to microsite conditions and forest thinning. Forest Ecology and Management 111: 137-146
- GOYA J. P., FERRANDO J. J., BOCOS D. A. y YAPURA P. F. 1995. Estructura y desarrollo de un rodal coetáneo de *Austrocedrus chilensis* en El Bolsón, Río Negro, Argentina. Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata 71: 165-171.
- HANSEN E. M. 1999. Phytophthora in the Americas. En E. M. Hansen y W. Sutton (Eds.), *Phytophthora Diseases of Forest Trees*, pp. 23-27. Proceedings First International Meeting on Phytophthoras in Forest and Wildland Ecosystems, Grant Pass, OR, USA, Aug.3-Sep. 3, 1999.
- HAVRYLENKO M., ROSSO P.H. y FONTELA S. 1989. *Austrocedrus chilensis*: contribución al estudio de su mortalidad en Argentina. Bosque, 10: 29-36.
- HRANILOVIC S. 1988. Informe histórico sobre el 'Mal del Ciprés de la Cordillera' (*Austrocedrus chilensis*). Rev. Asoc. Forest. Argent. 42: 58-62.
- KITZBERGER T., VEBLEN T. y VILLALBA R. 1995. Tectonic influences on tree growth in northern Patagonia, Argentina: the roles of substrate stability and climatic variation. Can. J. For. Res. 25: 1684-1696.
- KITZBERGER T. 1995. Fire regime variation along a Northern Patagonia Forest-Steppe gradient: stand and landscape response. Ph. D. thesis, University of Colorado, Boulder, Co., USA. p 203.
- LA MANNA L. A. y RAJCHENBERG M. 2001. La declinación de *Austrocedrus chilensis* y su relación con el drenaje. Resúmenes XX Reunión Argentina de Ecología, S.C. de Bariloche, Abril 2001, pág. 142.
- LOGUERCIO G. A. 1997. Erhaltung der Baumart "ciprés de la cordillera" AUSTROCEDRUS CHILENSIS (D. DON) FLORIN ET BOUTELJE durch nachhaltige Nutzung.

- Dissertation. Waldbau und Forsteinrichtungsinstitut. Forstwissenschaftliche Fakultät. Ludwig Maximilians-Universität München. 212 S.
- LOGUERCIO G. A., URRETAVIZCAYA M. F., REY M. y ANDENMATTEN E. 1998. El "Mal del ciprés" como condicionante de la silvicultura del ciprés de la cordillera *Austrocedrus chilensis* (D. DON) FLORIN ET BOUTELJE en el norte de la Patagonia argentina. Primer Congreso Latinoamericano IUFRO, Valdivia. Chile.
- MANION P.D. 1991. Tree disease concepts 2nd ed. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ USA, 402 pp.
- MANION P.D. LACHANCE D. 1992. Forest Decline Concepts. APS Press, St. Paul, MN USA, 249 pp.
- RAJCHENBERG M., BARROETAVERÑA C., CWIELONG P.P., ROSSINI M., CABRAL D. y SIVORI A. 1997. Fungal species associated with the decline of *Austrocedrus chilensis* in Patagonia, Argentina: preliminary results. En Delatour C., Guillaumin J.J., Lung-Escarmant B., Marçais B. (Eds.): Proceedings 9th Int. Conf. on Root & Butt Rots of Forest Trees, INRA Ed., Paris, France: 235-244.
- RAJCHENBERG M. y CWIELONG P.P. 1993. El "Mal del Ciprés (*A. chilensis*)": su relación con las pudriciones radiculares y el sitio. Actas 1º Congreso For. Argen. y Latinoamer., Paraná, Entre Ríos. 10 pp.
- ROSSO P.H., BACCALA N., HAVRYLENKO M. y FONTENLA S. 1994. Spatial pattern of *Austrocedrus chilensis* wilting and the scope of autocorrelation analysis in natural forests. For. Ecol. & Manag. 67: 273-279.
- 9: 2624-2640.
- VARSAVSKY E., BETTUCCI L., GARCIA RODRIGUEZ D. y GOMEZ C. 1975. Observaciones preliminares sobre la mortalidad del ciprés en los bosques Patagónicos. Bariloche, Fund. Bariloche Publ. Téc. 19, 11 pp.
- VEBLEN T.T., BURNS B.R., KITZBERGER T., LARA A. y VILLALBA R. 1995. The Ecology of the Conifers of Southern South America. In "Ecology of the Southern Conifers". Neal J. Enright y Robert S. Hill (Eds). Cp. 6. Melbourne University Press. Carlton.
- VEBLEN T. T., KITZBERGER T., BURNS B. R. y REBERTUS A. J. 1996. Perturbaciones y dinámica de regeneración en bosques andinos del sur de Chile y Argentina. Ecología de los bosques nativos de Chile. Cap. 9. Editorial Universitaria, Santiago de Chile. Págs. 169-198.
- VEBLEN T. T. y LORENZ D. 1988. Recent vegetation changes along the forest/steppe ecotone of Northern Patagonia. Annales Association of American Geographers 78:93-111.
- VILLALBA R. 1995 Climatic influences on forest dynamics along the forest-steppe ecotone in northern Patagonia. Ph. D. thesis, University of Colorado, Boulder, Co., USA.
- VILLALBA R. y VEBLEN T.T. 1998. Influences of large-scale climatic variability on episodic tree mortality in northern Argentina. Ecology 7