

ARTICULOS

## **Impacto de *Holopterus chilensis* (Coleoptera: Cerambycidae) en renovales de *Nothofagus obliqua* en la provincia de Valdivia, Chile: avances hacia la evaluación del daño**

Impact of *Holopterus chilensis* (Coleoptera: Cerambycidae) on second growth *Nothofagus obliqua* forests in the Valdivia province, Chile: advances in damage evaluation

PAULA CABRERA

Instituto Forestal, Casilla 3085, Santiago, Chile.

### SUMMARY

Factors that influence the attack of *Holopterus chilensis* Blanch, on second growth *Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst. forests were studied in the province of Valdivia from June-December 1992. Fifty-two 250 m<sup>2</sup> plots, in the north and south of the province, were sampled. Overall, 22.4% of the sampled trees were attacked by *H. chilensis*. There were no differences in attack levels between the northern and southern areas of the province. However, there were differences between the los Andes Cordillera, the Central Valley, and la Costa Cordillera: The Central Valley was the most heavily attacked. In general, trees growing on the southfacing slopes were more heavily attacked than were trees on the northfacing slopes. Attack density tended to decrease in higher altitudes. Also, the frequency of attack tended to increase as stand density declined. Although a relationship between the number of exit holes and the damage level within the trees was found it was not possible, based on the number of exit holes, to estimate internal damage.

*Key words:* wood, borer, *Nothofagus obliqua*, *Holopterus chilensis*, damage evaluation.

### RESUMEN

Durante el segundo semestre del año 1992 se realizó un muestreo dirigido dentro de la provincia de Valdivia a fin de estudiar aquellos factores que influyen en el ataque de *Holopterus chilensis* en renovales de roble. Para ello se establecieron 52 parcelas de 250 m<sup>2</sup> en dos áreas, situadas al norte y al sur de la provincia respectivamente. Se encontró que el 22.4% de los árboles muestreados estaban atacados por *H. chilensis*. No se verificaron diferencias en los niveles de ataque dentro de las áreas norte y sur de la provincia, pero sí entre la Cordillera de los Andes, el Valle Central y la Cordillera de la Costa, donde el Valle Central se mostró como el más atacado. Los rodales de exposición sur se hallaban más atacados que los de exposiciones norte. Se observó una tendencia a disminuir la intensidad del ataque hacia altitudes mayores (m s.n.m.), así como también una tendencia a disminuir el nivel de ataque hacia densidades de árboles mayores. Si bien se encontró relación entre el número de orificios externos y el nivel de daño dentro del árbol, no es posible realizar una estimación del daño interno a partir del número de orificios.

*Palabras claves:* madera, insectos barrenadores, *Nothofagus obliqua*, *Holopterus chilensis*, evaluación de daño.

## INTRODUCCION

*Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst. (roble) es una de las especies arbóreas más valiosas de los bosques de segundo crecimiento del género *Nothofagus*, los cuales constituyen la mayor reserva potencial del bosque nativo de Chile.

Desde 1970 se sabe de la existencia de *Holopterus chilensis* (Blanch.) (Coleoptera: Cerambycidae), insecto que en su estado larval taladra madera viva de roble. El ataque no ocasiona la muerte del árbol y los individuos dañados, leve o intensamente (fig. 1), pueden ser aprovechados a partir de la segunda troza, ya que el daño se imita generalmente a la primera troza basal, donde se concentra entre el 40 a 50% del volumen total del árbol. Esto quiere decir que la mayor parte del volumen queda inutilizado para la producción de madera aserrada, pudiendo utilizarse, sin embargo, como combustible o para la producción de astillas.

En cuanto a los estudios realizados con anterioridad, éstos son escasos. El más reciente, establece la distribución geográfica, biología y algunos aspectos de la conducta de *H. chilensis* y recomienda la implementación de un programa de investigación que analice a fondo los aspectos ecológicos a considerar en el manejo de rodales

de roble a fin de disminuir su susceptibilidad al ataque (Kruuse 1981).

De acuerdo a los antecedentes anteriores, a continuación se indican los objetivos de este estudio, el cual entrega información básica respecto de los factores que influyen en el ataque de *H. chilensis* en renovales de roble.

## OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de *Holopterus chilensis* en diferentes situaciones de renovales de *Nothofagus obliqua* en la provincia de Valdivia.

## OBJETIVOS ESPECIFICOS

a) Evaluar el daño ocasionado por *Holopterus chilensis* en las diferentes caracterizaciones de composición, estructura y densidad de renovales de roble en la provincia de Valdivia.

b) Cuantificar el porcentaje de daño y relacionarlo con las distintas situaciones de bosque muestreadas.

c) Analizar la relación entre los signos externos y el daño interno provocados por *H. chilensis*.



Figura 1. Sección transversal del fuste de un roble intensamente atacado.

Transversal section of a severely attacked roble log.

## ANTECEDENTES GENERALES

*H. chilensis* posee un ciclo de desarrollo no inferior a tres años. El estado de huevo se encuentra desde principios de diciembre a fines de febrero. El estado larval puede encontrarse en cualquier época del año. La emergencia de adultos según Gara *et al.* (1978) se encuentra desde fines de diciembre a comienzos de enero (fig. 2). Kruuse (1981) afirma que ésta ocurre desde mediados de octubre hasta fines de diciembre. La diferencia encontrada entre ambos estudios puede ser atribuida a las condiciones climáticas determinadas principalmente por la temperatura imperante durante los respectivos períodos de captura.

El ataque se inicia con la oviposición, la que a su vez está influida por la rugosidad y por el espesor de la corteza del árbol. Ambos factores en combinación permiten a la hembra esconder los huevos donde el espesor sea adecuado para la penetración de la larva hacia el tejido xilemático. A partir del orificio de entrada el diámetro de la galería va en aumento hasta el orificio de emergencia del adulto. Se diferencian dos tipos de galerías: en árboles de diámetros menores a 50 cm, una sinuosa descendente, en que la larva descende en su primera etapa hacia las raíces en busca de tejido duraminizado y desde allí sube por la parte central del fuste en dirección hacia la copa del

árbol, y otra recta ascendente típica de árboles de diámetros iguales o mayores a 50 cm. Aquí la galería toma una posición periférica respecto al eje longitudinal del fuste en forma recta a partir del orificio de entrada. Ambos tipos de galerías explican la preferencia del insecto por el tejido duraminizado, por lo que existe una tendencia a aumentar la altura de emergencia del adulto a medida que los diámetros de los árboles son mayores (Kruuse 1981).

Respecto a la identificación del daño en terreno debe observarse la base del árbol a fin de verificar evacuación de aserrín de las galerías larvales, o bien viruta fibrosa correspondiente a la emergencia de adultos. También debe observarse el árbol hasta una altura de 4 metros para verificar la presencia de orificios de evacuación de aserrín, orificios de emergencia de adultos o sus cicatrices.<sup>1</sup> *H. chilensis* ataca preferentemente a árboles vigorosos, lo que permite diferenciarlo de la generalidad de los cerambícidos, los que son considerados insectos secundarios, ya que se caracterizan por atacar árboles que presentan algún síntoma de debilitamiento.

La fecundación se produce normalmente en el mismo árbol de donde emerge la hembra, ésta atrae al macho mediante la liberación de feromonas o atrayentes sexuales (Gara *et al.* 1978), lo que le permite ser fecundada y ovipositar rápidamente

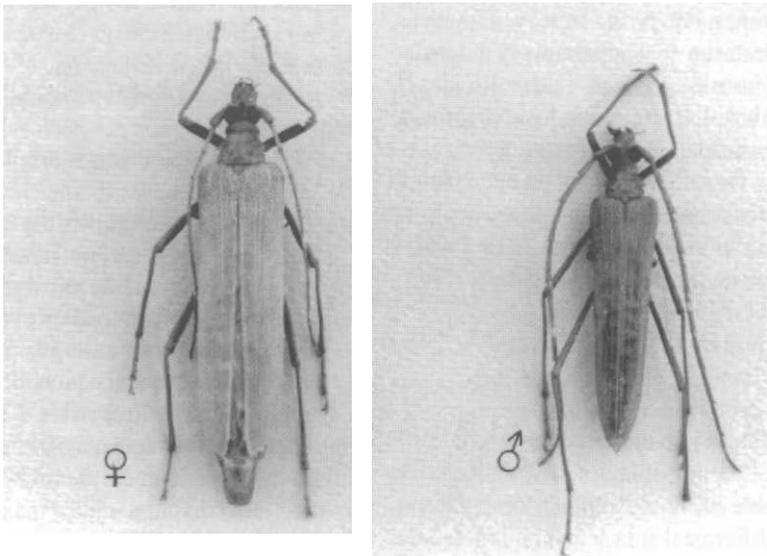


Figura 2. Ejemplares adultos de *Holopterus chilensis*.  
Adult specimens of *Holopterus chilensis*.

<sup>1</sup> Comunicación personal Sr. Ernesto Kraemer, Q.E.P.D.

evitando con ello la depredación a que estaría sometida si el período de encuentro de machos y hembras fuera prolongado.

Las hembras inician la oviposición normalmente en el árbol de donde emergen, lo que se denomina Principio de Selección de Huéspedes de Hopkins (Gara *et al.* 1980). En este árbol ponen gran parte de sus huevos correspondientes al primer día de oviposición, que alcanza a un 45% del total aproximadamente, lo que explica el intenso ataque en algunos árboles, encontrándose los adyacentes levemente atacados.

Los rodales puros de roble son más intensamente atacados que aquellos en los que la diversidad florística es mayor. El comportamiento de esta variable es atribuida principalmente a la posibilidad de una mayor depredación por la estabilidad ecológica de un hábitat complejo. A este factor se le suma el hecho de que las especies arbóreas acompañantes se presentan como barreras naturales, por lo que aumenta la posibilidad de depredación del adulto.

*H. chilensis* se distribuye desde Cañete (provincia de Arauco) hasta Río Negro (provincia de Osorno). Existe una diferenciación en cuanto a la intensidad de ataque, la que se manifiesta en forma decreciente hacia los extremos de la distribución.

Se considera que la mayor intensidad de ataque se ubica en la provincia de Valdivia. Esto sugiere que las condiciones del hospedante y climáticas, entre las que destacan la temperatura y humedad relativa, son óptimas para el desarrollo de *H. chilensis*. No ocurre lo mismo con los extremos de la distribución, especialmente el extremo norte, en que las variables climáticas inciden en el contenido de humedad de los árboles, siendo éste más bajo, lo que puede afectar el ciclo de desarrollo de la larva y que ésta no llegue a completarlo (Kruuse 1981).

## METODOLOGIA

El presente estudio se enmarcó dentro del proyecto "Análisis de la situación fitosanitaria de renovales de roble en la X Región", de la Corporación Nacional Forestal y la Universidad Austral de Chile (Cabrera 1993, 1994). La recolección de la información necesaria para la elaboración de esta investigación fue realizada durante el segundo semestre del año 1992 dentro de la provincia de Valdivia.

Las localidades de trabajo fueron seleccionadas por la Corporación Nacional Forestal (de un registro provincial de predios). Para ello se dividió la provincia en un área norte y otra sur limitadas por el paralelo 40 latitud sur. Cada área a su vez abarcó tres Zonas: Cordillera de los Andes, Valle Central y Cordillera de la Costa.

Se realizó un muestreo dirigido dentro de 22 predios pertenecientes a particulares. Como unidad de muestreo se utilizaron parcelas rectangulares de 10 x 25 metros. Se visitaron 8 predios en la zona de la Cordillera de los Andes, 7 en el Valle Central y 7 en la Cordillera de la Costa. Se obtuvo un total de 52 parcelas en el área de estudio.

Las parcelas fueron instaladas en sentido de la pendiente. Se tomaron datos correspondientes a: altitud, pendiente, exposición, posición orográfica, sotobosque y composición de especies; para ello se identificaron tres categorías de rodal, Roble puro (formada por la especie roble en todos los doseles), Roble mixto (roble en doseles dominantes y laurel, lingue, olivillo y avellano como especies acompañantes) y Coigüe-roble (formada por individuos de coigüe en su mayoría y roble en menor cantidad). Además se estimó la edad aproximada del rodal y tipo de manejo ejercido en él.

También se realizó una identificación y clasificación de copas, según Kraff (Daniel *et al.* 1982), para todas las especies arbóreas presentes a fin de reconocer a los árboles individuales de acuerdo a su posición relativa dentro del dosel de copas (posición sociológica). Esta clasificación se eligió por lo sencillo de su aplicación.

Respecto a la caracterización de roble se midió diámetro a la altura del pecho de todos los árboles, altura total de algunos árboles representativos de las distintas clases diamétricas y calidad (estado sanitario, forma del fuste y copa del árbol).

La calificación (árbol sano/atacado) se hizo mediante la observación de signos externos. Para ello se distinguieron orificios de evacuación de aserrín y orificios de emergencia de adultos.

De acuerdo a la frecuencia de ataque dentro de cada parcela se voltearon de 1 a 3 árboles. Cada árbol fue seccionado cada 50 cm, hasta alcanzar la altura máxima de daño. Se midió altura total, altura comienzo de copa, altura máxima de daño, diámetro del tocón, diámetro comienzo de copa, diámetro a la altura máxima de daño y diámetro de cada sección de la troza dañada.

A fin de determinar el área afectada dentro del árbol se tomaron fotografías de cada sección de la troza dañada para su posterior medición.

En cuanto al procesamiento de la información y análisis de los resultados se procuró distribuir las parcelas en un número similar para cada área (27 parcelas en el área norte y 25 parcelas en el área sur de la provincia de Valdivia), asimismo se dio un número similar de parcelas entre las zonas (ver cuadro 1). Una vez recopilada toda la información del total de unidades muestrales, éstas se agruparon según las siguientes variables

- Composición de especies: referida a las especies arbóreas que forman el rodal.
- Cobertura de sotobosque: porcentaje de sotobosque dentro del rodal.
- Exposición: exposición de la ladera donde se encuentra el rodal.
- Altitud: altura, en metros sobre el nivel del mar, que posee el rodal.
- Posición sociológica: posición vertical relativa de las copas de los árboles dentro del rodal.
- Densidad: número de árboles por hectárea.

Es importante, además, diferenciar entre dos conceptos usados en este estudio: ataque y daño. Ataque está referido a aquellos árboles que muestran signos externos indicando la presencia de *Holopterus chilensis*. Es decir, la proporción de individuos efectivamente infestados. El concepto daño se basa en la proporción de volumen por árbol inutilizable para la producción de madera aserrada, ya que los ingresos que podrían percibirse por este producto no justifican el costo de procesar las trozas afectadas. Por ello el estudio se dividió en dos partes, la primera referida a la cuantificación del volumen dañado y al nivel de ataque registrado dentro del área muestreada y la segunda referida al porcentaje de ataque para cada variable en cuestión.

A fin de estimar el volumen dañado los árboles atacados se cubicaron desde su base hasta la altura máxima de daño, ya que en la práctica dicha porción del fuste queda inutilizable para madera aserrada. Para determinar el volumen total dañado se elaboró una tabla de rodal para cada zona dentro de la provincia de Valdivia. Para ello se ajustaron dos funciones matemáticas con las que se estimaron altura total y altura máxima de daño. Para estimar altura total se utilizó la función  $H = b_1 * \ln(DAP)$ , y la altura máxima de daño, es decir, la máxima altura de galerías larvales que alcanza el insecto dentro del árbol se estimó mediante la función  $HMD = b_1 * DAP + b_2 * DAP^2 + b_3 * DAP^3$ .

Los árboles se cubicaron mediante la fórmula

de Smallian (Bruce y Schumacher 1950), cada 50 cm de altura. Los diámetros a las alturas correspondientes se calcularon con el programa computacional JOBC de la empresa Ingeniería e Investigación Forestal (1994). Dicho programa está basado en una función de ahusamiento ajustada para la provincia de Valdivia. Se obtuvo una tabla de estimación de volumen base con la que se elaboraron tablas de rodal para cada parcela. A partir de éstas se elaboró una tabla de rodal para cada zona. Posteriormente se calculó el porcentaje de volumen dañado del volumen total (de todas las especies presentes en el rodal), volumen de roble (sólo la especie roble) y volumen de roble para un índice de utilización 20 cm.

El cálculo del porcentaje de ataque se basó en la visualización de signos externos. Aquellos árboles que mostraron al menos un signo de ataque se señalaron como atacados. Se calculó el porcentaje de ataque por parcela y luego éstas se agruparon según las variables: área, zona, composición de especies, cobertura de sotobosque, exposición, altitud, posición sociológica de los árboles y densidad del bosque.

La cobertura del sotobosque se agrupó en tres rangos

- De 0 a 33% de cobertura: baja.
- De 33% a 66% de cobertura: media.
- Más de 66% de cobertura: alta

La altitud se agrupó en rangos de 100 metros, pero también se analizó como variable continua.

Con el objeto de analizar la relación entre signos externos y nivel de daño interno, a partir de los árboles volteados en cada parcela se midió el porcentaje del área dañada de tres secciones del árbol: basal, a la mitad de la altura máxima de daño y a nivel de la altura máxima de daño. Posteriormente se descontó este valor al área de cada sección. Se estimó el volumen de cada sección mediante la fórmula de Smallian (Bruce y Schumacher 1950) ingresando a ésta las áreas totales y dañadas calculadas anteriormente. Luego se sumaron las secciones cubicadas obteniéndose el volumen dañado por árbol y porcentaje de daño por árbol. Para verificar la relación entre el número de signos externos y el nivel de daño interno se cotejó el número de signos, es decir orificios de evacuación de aserrín y orificios de emergencia de insectos adultos, con el porcentaje de daño por árbol.

El número de unidades muestrales dentro de cada variable resultó ser, en la mayoría de los casos, significativamente diferente para realizar los aná-

lisis estadísticos tradicionales. Se realizó un Análisis de Correlación de Pearson a las variables de interés. Para aquellas variables de tipo discreta se efectuó la prueba de Kruskal-Wallis. Este es un método estadístico no paramétrico o método de distribución libre, dado que no asume una distribución dada (tal como la normal en el caso del análisis de varianza), sino que generalmente funciona para un amplio margen de distribuciones diferentes (Sokal y Rohlf 1979). En cuanto a la relación entre el número de signos externos y el nivel de daño interno se realizó un análisis de correlación y además una regresión lineal simple.

En todos los análisis se aplicaron dos niveles de confianza, 80 y 95% ( $\alpha = 0.2$  y  $\alpha = 0.05$  respectivamente), señalándose como significativas aquellas correspondientes a un 80% de confianza y como muy significativas las correspondientes a un 95% de confianza. Se optó por utilizar 80% de confianza ya que la base muestral fue reducida, por lo tanto se espera un nivel de error mayor. Aun así también se probó un 95% de confianza a fin de complementar los análisis

Todos los análisis estadísticos se realizaron mediante el programa computacional SAS (Statistical Analysis System). En este programa la prueba de Kruskal-Wallis acepta o rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) "no existen diferencias" dentro de cada variable en base a la probabilidad de  $H_0$  (P). Cuando ésta es mayor de 0.2 (80% de confianza) la relación no se considera significativa. En cuanto al Análisis de Correlación de Pearson se prueba una correlación positiva o negativa en base a su probabilidad de la misma manera que en la prueba de Kruskal-Wallis. El análisis estadístico fue asesorado por el Dr. Frank Spirek, adscrito al Instituto de Silvicultura de la Universidad Austral de Chile.

RESULTADOS

*Cuantificación del ataque dentro de la provincia de Valdivia.* El porcentaje de árboles atacados para todo el universo muestral es de 22.4%. Esto corresponde a un total de 1.649 árboles, de los cuales 379 estaban atacados. Por otra parte, es importante señalar que el 61.5% del total de parcelas tenían entre 0 y 30% de ataque, el 23% de las parcelas mostraban entre un 30 y 70% de ataque y un 15.4% de parcelas tenían entre 70 y 100% de ataque.

El ataque dentro de las áreas norte y sur de la provincia es de 21.6 y 23% respectivamente, con una probabilidad de  $H_0$  de 0.68, lo que no señala una diferencia significativa entre ambas áreas. Respecto al nivel de ataque por zona se observa que éste es significativamente mayor en el Valle Central con respecto a ambas cordilleras ( $P = 0.12$ ), ya que éstas muestran niveles de ataque similares (figura 3).

El cuadro 1 muestra la distribución del grado de ataque por zona. Tanto la Cordillera de los Andes como la Cordillera de la Costa muestran

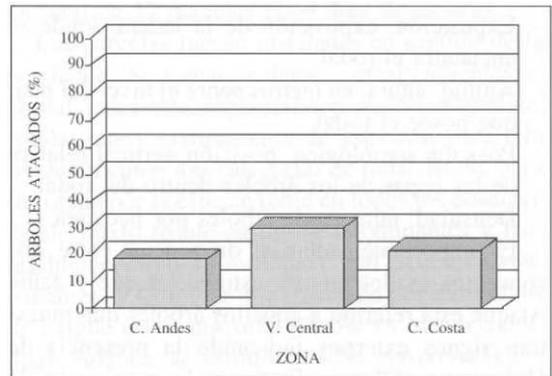


Figura 3. Nivel de ataque en cada zona de la provincia de Valdivia.

Attack level in each zone of the Valdivia province.

que la mayoría de las parcelas tienen niveles de ataque bajos, mientras que en el Valle Central existe un mayor número de parcelas con mayor intensidad de ataque.

*Cuantificación del daño dentro de la provincia.* Dentro de las tres zonas muestreadas en la provincia de Valdivia, el Valle Central presenta los mar-

CUADRO 1

Distribución del grado de ataque por zona.  
Distribution of borer attack according to geographic zone.

Arboles atacados (5)	N° de parcelas		
	C. Andes	V. Central	C. Costa
0-29.9	14	7	11
30-69.9	1	7	4
70-100	3	3	2

yores volúmenes de madera total, total de roble y de roble para un índice de utilización de 20 cm. Esto también coincide con una mayor participación de los árboles en clases diamétricas mayores. La zona de la Cordillera de los Andes se ubica como la segunda en concentración de volumen. La zona de la Cordillera de la Costa posee los menores volúmenes. Sin embargo, los porcentajes de daño son similares en cada zona (cuadro 2). Estos resultados coinciden con los de Aguilar (1996), quien encontró que existían niveles de árboles atacados similares en el sector de la Cordillera de la Costa y el Valle Central.

CUADRO 2

Volumen dañado por zona en base al volumen total de árboles, volumen total de la especie roble y volumen total de roble para un índice de utilización de 20 cm.

Zonal damage volume according to total tree volume, total volume of "roble" species, and total volume of "roble" per 20 cm saw diameter limit.

Zona	Volumen dañado (%)		
	Total	Roble	Roble IU.20
C. Andes	17	17.5	33.2
Valle Central	17.7	20.5	30.7
C. Costa	14.1	15.9	33.7

*Relación entre la composición de especies y el grado de ataque.* El cuadro 3 muestra que el mayor porcentaje de ataque ocurre en la situación roble puro; sin embargo el número de parcelas realizadas en cada categoría de rodal es excesivamente heterogéneo. La situación Roble Puro participa con un 88.5% de las parcelas, mientras que las situaciones Roble-Mixto y Coigüe-Roble lo hacen con un 7.7 y 3.8% respectivamente, de manera que en este caso no es posible efectuar comparaciones.

*Relación entre la cobertura del sotobosque y el grado de ataque.* En el cuadro 4 se observa que no existen diferencias significativas ( $P = 0.82$ ) entre los tres rangos de cobertura de sotobosque.

*Relación entre la exposición y el grado de ataque.* Los mayores porcentajes de ataque se registraron en las exposiciones sur y oeste. La figura 4 muestra una diferencia muy significativa entre

CUADRO 3

Número de parcelas y nivel de ataque según categoría de composición de especies.

Number of plots and attack levels according to forest stand composition.

Composición de especies	Total parcelas	Porcentaje de ataque
Roble Puro	46	20.2
Roble Mixta	4	68.9
Coigüe-Roble	2	23.1

CUADRO 4

Porcentaje de árboles atacados por cobertura de sotobosque.

Percentage of trees attacked in relation to percentage of understorey coverage.

Cobertura del sotobosque	Total parcelas	Porcentaje de ataque
Baja	24	21.0
Media	17	29.5
Alta	11	12.1

rodales de exposición norte y sur ( $P = 0.03$ ). Rodales de exposición sur alcanzan un 31.4% de ataque, mientras que aquellos de exposición norte tienen sólo un 13% de ataque.

*Relación entre la altitud del rodal y el grado de ataque.* El resultado de la prueba de Kruskal-Wallis para rangos de altitud ( $P = 0.03$ ) y el resultado del Análisis de Correlación de Pearson para la altitud como variable continua ( $P = 0.005$ ) indican una tendencia a la disminución del ataque al aumentar la altitud (esta tendencia es muy significativa). En la figura 5 se muestra esta tendencia para rangos de altitud de 100 metros.

*Relación entre la posición sociológica de los árboles y el grado de ataque.* En el cuadro 5 puede apreciarse que el mayor ataque ocurre en los árboles dominantes y va disminuyendo hacia los doseles inferiores. Sin embargo, esto no indica la preferencia de *Holopterus chilensis* por los árboles de doseles superiores, ya que el análisis estadístico demuestra que tales diferencias no son significativas ( $P = 0.56$ ).

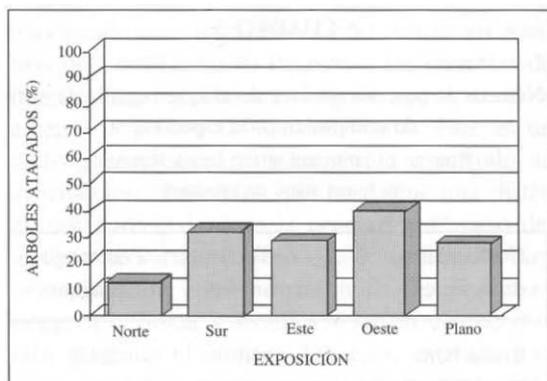


Figura 4. Nivel de ataque según exposición de la ladera.  
Attack level according to slope exposure.

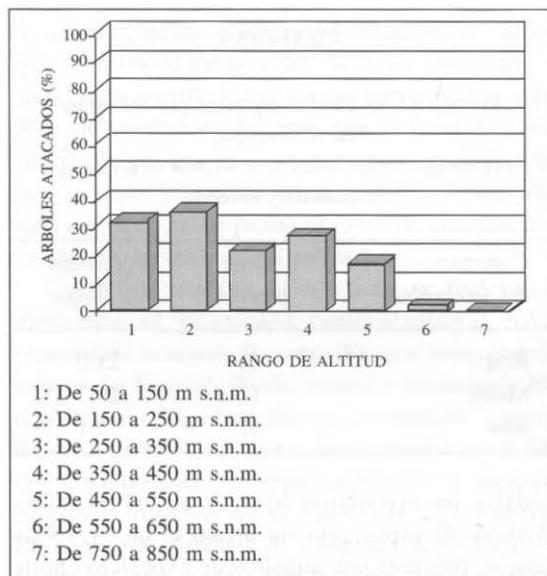


Figura 5. Nivel de ataque según rango de altitud.  
Attack level according to elevation.

*Influencia de la densidad del rodal en el grado de ataque.* El Análisis de Correlación de Pearson indica una relación muy significativa entre la densidad del rodal y la intensidad del ataque ( $P = 0.03$ ). Existe una tendencia a aumentar la intensidad del ataque a medida que la densidad del rodal es menor. Ello coincide con lo encontrado por Kruuse (1981).

*Relación entre signos externos y nivel de daño interno.* El análisis de correlación indicó que existe una correlación significativa entre el número de signos externos y el nivel de daño interno; sin embargo, no es posible predecir el daño a partir del número de orificios, ya que al realizarse una regresión lineal simple se obtuvo un  $R^2$  de 0.09. Es decir, si bien existe alguna relación entre el

CUADRO 5

Porcentaje de árboles atacados según su posición sociológica.

Percentage of trees attacked according to dominant class.

Posición sociológica	Total árboles	Porcentaje de ataque
Dominante	347	27.1
Codominante	643	22.1
Intermedio	356	19.9
Suprimido	192	14.1
Muerto	47	23.4

número de signos externos y el porcentaje de daño dentro del árbol, el número de signos no puede indicar el nivel de daño que existe dentro de los árboles (ver figura 6).

Al enfrentar el número de signos con el diámetro de los árboles se obtuvo una correlación muy significativa, es decir, dentro de los árboles atacados, aquellos de diámetros mayores poseen mayor cantidad de signos.

La relación DAP/altura máxima de daño también fue muy significativa. Lo mismo ocurrió con la relación signos/altura máxima de daño.

DISCUSION

*Cuantificación del ataque dentro de la provincia de Valdivia.* No se encontró diferencia entre las áreas norte y sur de la provincia. Sin embargo hay diferencias entre las tres zonas, donde el Valle Central es la zona más atacada, además el 41% de

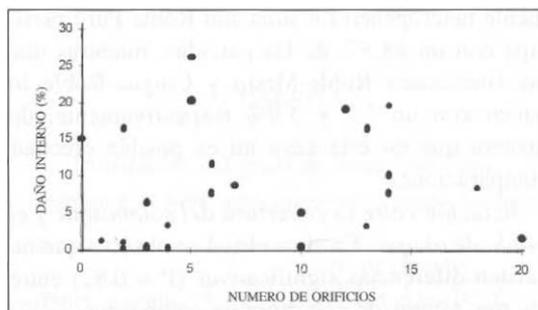


Figura 6. Relación entre porcentaje de daño dentro del árbol y signos externos.

Relationship between internal damage level and number of adult exit holes.

las parcelas establecidas en esta zona poseen entre un 0 y 30% de árboles atacados, otro 41% de las parcelas aquí instaladas mostraron tener entre un 30 y 70% de ataque y las parcelas equivalentes al 17.6% restante tenían entre un 70 y 100% de árboles atacados. En las otras zonas (Cordillera de los Andes y Cordillera de la Costa), la mayor parte de las parcelas mostraron niveles de ataque entre 0 y 30%.

Ello puede deberse a las diferencias climáticas existentes entre las tres zonas (principalmente diferencias de temperatura), lo que se demuestra con los resultados de ataque en diferentes altitudes

Otra explicación posible puede ser la mayor alteración que existe en la zona del Valle Central, donde los rodales han sido más intervenidos que en las otras, con extracciones intensas e introducción de ganado (Puente *et al.* 1979). Tales alteraciones favorecen la presencia del insecto al desaparecer las condiciones naturales y factores limitantes que regulan su población. Estos factores limitantes pueden ser asociaciones vegetales específicas que impiden el desplazamiento del insecto de un árbol a otro, o bien la presencia de depredadores, como por ejemplo pájaros carpinteros. Epidemias de insectos y patógenos forestales han ocurrido siempre. Sin embargo, manejos pasados e introducción de organismos exóticos han incrementado la probabilidad de la frecuencia, intensidad y alcance de muchos ataques (Haack y Byler 1993).

*Cuantificación del daño dentro de la provincia de Valdivia.* Debe considerarse que aunque los niveles de ataque entre zonas muestran diferencias, el porcentaje de daño dentro de cada una es similar. La proporción de volumen dañado para un índice de utilización 20 cm es de 32.5% en las tres zonas. Debe tenerse en cuenta que en la práctica la mayoría de los árboles atacados son aprovechados en su totalidad para astillas o leña, pues si bien las galerías no alcanzan más de 4 m de altura a partir de la base del árbol, la porción del fuste que no se encuentra dañada no posee diámetros aserrables o presenta problemas de forma. De manera que por lo general todo el árbol se descalifica para el aserrío.<sup>2</sup> Puede decirse, entonces, que las pérdidas en volumen aserrable pueden ser mayores que las estimadas en este estudio.

*Relación entre la composición de especies y el grado de ataque.* El hecho de que no se encontrasen diferencias significativas en el ataque dentro de rodales de roble con diferente composición de especies, lo que no concuerda con los resultados de Kruuse (1981), se debe a que los rodales visitados corresponden casi en su totalidad a la situación Roble Puro. Esto reafirma la gran alteración que poseen estos bosques, de manera tal que rodales de roble que siguen su natural evolución son escasos, por lo que no es posible realizar una comparación adecuada a fin de relacionar los niveles de ataque ante la variable composición de especies.

*Relación entre la cobertura del sotobosque y el grado de ataque.* Durante la etapa de toma de datos se verificó que el nivel de cobertura del sotobosque no ha sido una condición permanente en los rodales de muestreo. El alto grado de alteración que poseen ha sido producto de un continuo cambio de propiedad de la tierra, y consecuencia de la disparidad de criterios de manejo que ha aplicado cada propietario a través del tiempo.

Por esta razón el nivel de cobertura del sotobosque, que en condiciones naturales podría esperarse influyese en los niveles de ataque, en este caso no posee importancia.

*Relación entre la exposición y el grado de ataque.* Los resultados indican una preferencia del insecto por los rodales más húmedos, es decir, por las exposiciones sur.

Es importante agregar que durante la etapa de muestreo en terreno se constató que dentro de cada parcela los árboles más atacados se concentraban en las zonas más húmedas de éstas. La presencia de musgos y líquenes en el fuste de árboles que crecen en zonas más húmedas podría actuar como protección contra la depredación y desecación de huevos, lo que influiría en la preferencia del insecto por estos árboles para la oviposición.

*Relación entre la altitud y el grado de ataque.* El hecho de que el ataque disminuya hacia mayores altitudes puede deberse al factor temperatura, ya que la gradiente de disminución de la temperatura es aproximadamente 0.5°C cada 100 metros de aumento de la altitud (Donoso 1981).

Por otra parte la alteración antrópica existente en rodales de altitudes menores también podría explicar los resultados obtenidos. Esto coincide con los mayores niveles de ataque registrados en la zona del Valle Central (lo demuestra el análisis de correlación realizado para las variables zona-alti-

<sup>2</sup> Comunicación personal Sr. Carlos Stolzenbach. Portuaria Corral.

tud, el cual indica que el Valle Central posee las menores altitudes). De manera que aquellos renovales de roble que han sido mayormente alterados son los que poseen mayor ataque de *Holopterus chilensis*. La alteración antrópica, como se mencionó anteriormente, puede estar relacionada con la eliminación de ciertos factores limitantes para el insecto.

*Relación entre la posición sociológica de los árboles y el grado de ataque.* No se verificó relación alguna entre la posición sociológica de los árboles dentro del bosque y el grado de ataque de *H. chilensis*. Todos los árboles poseen la misma probabilidad de ser atacados. Por esta razón no es posible realizar propuestas de manejo con relación a esta variable.

*Relación entre la densidad del rodal y el grado de ataque.* El hecho de que el porcentaje de ataque tienda a disminuir a densidades mayores se debe a que al reducirse la densidad el insecto cuenta con una menor cantidad de árboles para seleccionar y ovipositar, con ello las posibilidades de que un árbol cualquiera sea atacado aumentan.

*Relación entre signos externos y nivel de daño interno.* Si bien existe una relación entre el número de orificios externos y el porcentaje de daño dentro del árbol no es posible predecir los niveles de daño internos a partir del número de orificios externos. El hecho de que exista una correlación positiva entre los orificios externos y el diámetro de los árboles se explica porque aquellos árboles de mayor diámetro poseen mayor cantidad de duramen, y por lo tanto mayor oferta de alimento para el insecto. Entonces, es lógico suponer que las hembras que emergen de aquellos árboles los preferirán para la oviposición. Así también es posible explicar la fuerte relación que hay entre la altura máxima de daño y el diámetro de los árboles y el número de signos con la altura máxima de daño. Los árboles de mayor diámetro tendrán mayor cantidad de larvas y mayores posibilidades para éstas de completar su ciclo de desarrollo.

*Comentarios finales.* Se destaca el hecho de que el presente estudio constituye una primera aproximación al conocimiento de aquellos elementos que podrían permitir manejar el daño producido por *Holopterus chilensis* en renovales de roble, por lo tanto los resultados aquí logrados dan luces acerca de las direcciones hacia las cuales deben estar dirigidas futuras investigaciones. Al respecto, a continuación se sugieren los siguientes temas de estudio:

- Relación entre el manejo del rodal y el ataque. Se recomienda incluir áreas poco alteradas e información acerca del tipo de manejo o alteración ejercida sobre los rodales de estudio.
- Influencia del clima y microclima en el ataque, dando importancia a las variables humedad y temperatura.
- Relación entre la edad del rodal y el ataque.
- Influencia del suelo en el ataque
- Evaluación económica del daño.

## CONCLUSIONES

- No existen diferencias en el nivel de ataque entre el norte y sur de la provincia de Valdivia.
- La zona que presenta el mayor porcentaje de ataque corresponde al Valle Central.
- El porcentaje de daño en volumen aserrable para el área de muestreo es de 32.5%; sin embargo, puede ser mayor debido a los diámetros límites utilizados en el aserrío. No existen diferencias entre la Cordillera de los Andes, de la Costa y Valle Central en el nivel de daño en volumen aserrable.
- Los rodales más atacados son los de exposiciones sur, es decir, los más húmedos.
- Existe una tendencia a disminuir el ataque a medida que aumenta la altitud.
- El nivel de ataque aumenta a menores densidades de árboles dentro del rodal.
- No es posible estimar el nivel de daño dentro del árbol a partir del número de orificios externos, si bien existe una relación entre ambas variables.

## BIBLIOGRAFIA

- AGUILAR, M.A., G. VERGARA, R. RIOS. 1996. Evaluación de los insectos barrenadores de madera asociados al tipo forestal Roble-Raulf-Coigüe en la provincia de Valdivia, X Región: una aproximación hacia la evaluación de pérdidas. Informe de Avance. Convenio CONAF/CPF S.A./UACH. Valdivia, Chile.
- BRUCE, D., F.X. SCHUMACHER. 1950. *Forest Mensuration*. 3 Ed. New York, USA. Mc Graw-Hill. 183 pp.
- CABRERA, P. 1993. Proyecto de Prospección e Investigación en Bosque Nativo: Impacto de *Holopterus chilensis* en renovales de *Nothofagus obliqua* en la provincia de Valdivia: avances hacia la evaluación y manejo del daño. Informe Final, 31 pp.
- CABRERA, P. 1994. Impacto de *Holopterus chilensis* Blanch. en renovales de *Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst. en la provincia de Valdivia: avances hacia la evaluación del daño. Tesis Ing. Forestal. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile, 44 pp.

- DANIEL, P.W., V.E. HELMS, F.S. BAKER. 1982. *Principios de Silvicultura*. Trad. por Ramón Elisondo Mata. México, Méx. Mc Graw-Hill, 492 pp.
- DONOSO, C. 1981. *Ecología Forestal. El bosque y su medio ambiente*. Edit. Universitaria. Santiago, Chile, 369 pp.
- GARA, R., E. KRAMER. 1978. "Sobre la emergencia y vuelo de dos cerambicidos chilenos: *Holopterus chilensis* y *Cheloderus childreni*", Turrialba (Chile) 28 (2): 117-121.
- GARA, R., L.A. CERDA, M. DONOSO. 1980. *Manual de entomología forestal*. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile, 61 pp.
- HAACK, R.A., J.W. BYLER. 1993. "Insects & Pathogens: regulators of forest ecosystems". *Journal of Forestry* 91(9): 32-37.
- KRUUSE, M.L. 1981. Algunos factores bióticos y abióticos que inciden en el nivel de ataque de *Holopterus chilensis* (Blanch) (Col: Cerambycidae) en *Nothofagus obliqua* (Mirb) Oerst. Tesis Ing. Forestal. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile, 69 pp.
- PUENTE, M., C. DONOSO, R. PEÑALOZA, E. MORALES. 1979. Manejo de renovales de Raulí (*Nothofagus alpina*) y Roble (*Nothofagus obliqua*); identificación y caracterización de renovales de Raulí y Roble. Documento de trabajo N° 29. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile, 88 pp.
- SOKAL, R., F.K. ROHLF. 1979. *Biometría; principios y métodos estadísticos en la investigación biológica*. Trad. por Miguel Sazoh León. Madrid, España, H. Blume, 832 pp.