

# Aspectos poblacionales y efectos del quintral *Notanthera heterophylla* (Ruiz et Pavon, 1802) Barlow et Wiens, 1973 (Loranthaceae) sobre su hospedador, el boldo *Peumus boldus* (Molina, 1782) (Monimiaceae) en Chile.

Population aspects and effects of the mistletoe *Notanthera heterophylla* (Ruiz et Pavon, 1802) Barlow et Wiens, 1973 (Loranthaceae) on its host, *Peumus boldus* (Molina, 1782) (Monimiaceae) in Chile.

ELISEO VERGARA<sup>1</sup> y MARIO GEORGE-NASCIMENTO

Facultad de Ciencias, Universidad Católica de la Santísima Concepción,  
Casilla 297, Concepción, Chile

<sup>1</sup>Dirección actual: Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias,  
Universidad de Chile, Casilla 653, Santiago, Chile

## RESUMEN

Se describen los patrones de distribución y abundancia del quintral *Notanthera heterophylla* y se analizan según el tamaño y localidad geográfica del hospedador, el boldo *Peumus boldus*. Se analizan también los efectos del quintral sobre el crecimiento y estado de salud de las ramas del hospedador. La localidad geográfica y el tamaño del hospedador son fuentes relevantes para explicar las variaciones de la distribución y de la abundancia de los quintrales. Los árboles de gran tamaño tienen más quintrales que los pequeños. Hubo un menor crecimiento en longitud de las ramas que estaban o habían estado infectadas que las que no lo han estado, y se observó una relación entre la abundancia de evidencias de quintral y el estado de "salud" y grado de inclinación de las ramas.

**Palabras claves:** Hemiparásito, distribución, abundancia, tamaño del hospedador, marcas haustoriales.

## ABSTRACT

The relationship between size and geographic locality of the host *Peumus boldus* with the patterns of distribution and abundance of mistletoes *Notanthera heterophylla*, as well as the effects of mistletoes on growth and health of host branches are analyzed. The geographic locality and host size are relevant sources to explain the variation in distribution and abundance of mistletoes. Large trees have more mistletoes than bushes. The growth in length of infected branches and those with evidence of past infections is lower than branches apparently having never been infected. A relation between the abundance of evidence of infection and the degree and health state of the host branch was found.

**Key words:** Hemiparasite, distribution, abundance, host body size, haustorial scars.

## INTRODUCCION

Todas las especies de quintrales o muérdagos muestran algún grado de dependencia de una planta hospedadora, ya que la mayoría utiliza la savia xilemática del hospedador para proveerse de agua y nutrientes minerales (Calder 1983, Fisher 1983, Marshall & Ehleringer 1990, Orozco et al. 1990, Pate et al. 1991a, 1991b, Rey et al. 1991, Schulze et al. 1991). La mayoría de las especies son hemiparásitas porque además poseen capacidad de realizar foto-

síntesis (Atsatt & Strong 1970), y sólo algunas son holoparásitas. En esta relación, los daños que las especies de quintral producen a sus hospedadores son diversos, siendo los más comunes la disminución de la tasa de crecimiento, el secado de sus ramas y la formación de "tumores" en el sector infectado (Knutson 1983).

En Chile se han registrado alrededor de doce especies de quintral de las familias Loranthaceae, Myzodendraceae y Viscaceae (Tainter & French 1971b). Sin embargo, son escasos los estudios de la ecología de

las especies de quintral y sus interacciones con el hospedador, ya que la mayoría trata de la morfología y de patrones y mecanismos de dispersión y germinación (Ebel 1930, Urban 1934, Diem 1950, Escudero et al. 1969<sup>1</sup>, Tainter & French—1971a, 1971b, Martínez & Palma 1982<sup>2</sup>, Mauseth et al. 1984, 1985, Hoffmann et al. 1986).

La especie de quintral objeto de este estudio, *Notanthera heterophylla* (Ruiz et Pavon 1802) Barlow et Wiens, 1973 (Loranthaceae), es endémica y relictual de la costa sur-occidental de América del Sur (incluyendo la isla Juan Fernández) (Barlow & Wiens 1973, Barlow 1983). Según Hoffmann (1982), se habría registrado parasitando al laurel (*Laurelia sempervirens*, Tulasne 1855), peumo (*Cryptocaria alba*, Looser 1950), pitra (*Myrceugenia exsucca*, Berg 1861) y boldo (*Peumus boldus*, Molina 1782). Es un arbusto ramificado, con follaje frondoso, ramas gruesas que alcanzan hasta 1 o 2 m de longitud (Hoffmann 1982), y que están agrupadas en racimos densos, terminales.

El objetivo de este trabajo es aportar al escaso conocimiento de la biología poblacional del quintral del boldo. Para esto, se describen sus patrones de distribución y abundancia en bosquecillos de 5 localidades alrededor de la ciudad de Concepción, se analizan dichos patrones según el tamaño del hospedador y la localidad de muestreo, y se analizan inferencial y experimentalmente los efectos del quintral sobre el crecimiento y estado de "salud" de las ramas del boldo.

#### MATERIALES Y METODOS

La presencia del quintral sobre el boldo se cuantificó en bosquecillos prácticamente

1) ESCUDERO J, V ARGANDOÑA & A TRONCOSO (1969) Ensayo preliminar de la relación entre *Populus nigra* y *Phrygilanthus tetrandrus*. III Simposio Latinoamericano de Fisiología Vegetal, Santiago. Archivos de Biología y Medicina Experimentales 2: 16 R24.

2) MARTINEZ JA & B PALMA (1982) Morfología y control hídrico de *Phrygilanthus tetrandrus* (Ruiz et Pavon) Eichl. Archivos de Biología y Medicina Experimentales 15: R139.

monoespecíficos de cinco localidades de los alrededores de Concepción distantes a lo más a 50 km entre sí: Hualpén, San Pedro, Coronel, Santa Juana y Ferbio (Fig. 1). En ellas los doseles de los hospedadores se encontraban separados entre sí, de forma que se los pudo distinguir como entidades discretas. En total se muestrearon 130 boldos cuyo tamaño fue estimado mediante el promedio y la sumatoria de los diámetros de los troncos basales a la altura del pecho -dap, en cm-, y mediante el número de troncos basales.

La evidencia de quintrales en los boldos fue registrada de tres formas: a) vivos, es decir, sus ramas la componían sólo hojas verdes, b) muertos, es decir, quintrales secos y con el haustorio usualmente desprendido de la rama hospedadora, y c) marcas haustoriales, es decir, evidencias de la presencia de una infección pasada en el hospedador. Estas evidencias pudieron encontrarse simultáneamente en los boldos. La importancia del tamaño y localidad

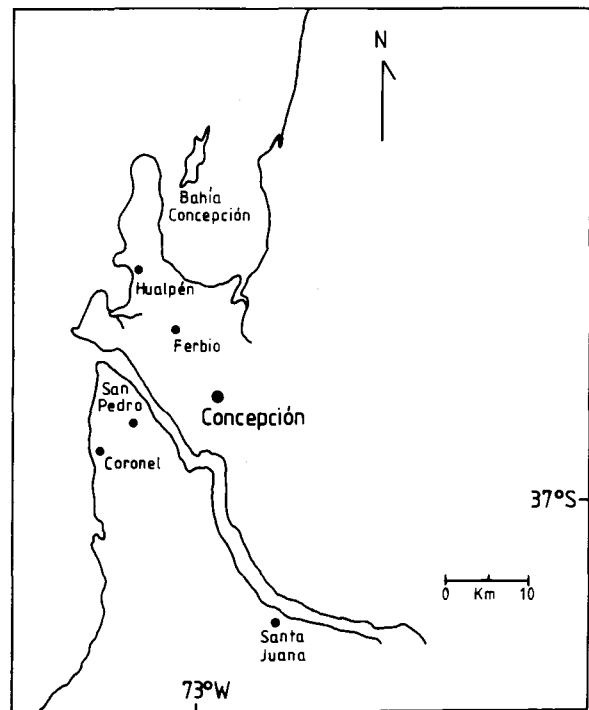


Fig. 1 : Mapa que muestra las localidades de estudio alrededor de la ciudad de Concepción, Chile. Los círculos oscuros indican los sitios de muestreo.

Map showing the localities studied nearby Concepción city, Chile. Dark circles indicate the sampling places.

geográfica del hospedador sobre la magnitud de la parasitosis por quintrales fue evaluada mediante pruebas no paramétricas (Conover 1980, Sokal & Rohlf 1981, Zar 1984, Siegel & Castellan 1988), o mediante pruebas paramétricas basadas en los datos transformados al ranking (Conover & Iman, 1981, 1982). Dos descriptores cuantitativos de la magnitud de la parasitosis fueron utilizados en dichos análisis (según Margolis et al. 1982): (a) la prevalencia, es decir, el porcentaje de árboles infectados entre los examinados, y (b) la abundancia, que es el número promedio de quintrales vivos por hospedador examinado. Se consideró un hospedador infectado a todo aquel que presentaba al menos un quintral vivo. Sin embargo, algunos boldos no infectados presentaban evidencias sólo de marcas haustoriales, por lo que se creó una tercera categoría: los recuperados. La prevalencia de boldos recuperados fue evaluada como la proporción de árboles que en cada bosque sólo presentaban marcas haustoriales. La abundancia de quintrales en ramas recuperadas fue evaluada como el número de marcas haustoriales principales, es decir, originadas por el haustorio del tronco principal y no por los estolones derivados del crecimiento vegetativo del quintral que dan origen a haustorios secundarios. El efecto

de los quintrales en el crecimiento y estado de salud de las ramas de su hospedador se estimó en forma experimental e inferencial. Para evaluar en forma experimental el efecto del quintral en el crecimiento, se comparó la longitud máxima de las ramas experimentalmente infectadas y no infectadas, al cabo de dos años de haberlas marcado. Para infectar las ramas, se recolectaron 20 semillas de quintral que fueron peladas con la mano y colocadas antes de una hora sobre las ramas de 10 hospedadores (1 a 4 semillas por árbol hospedador). Las semillas fueron peladas con la mano porque experimentos previos realizados en el quintral *Tristerix tetrandrus* mostraron una mayor sobrevivencia de semillas peladas, que semillas cubiertas por la baya (Hoffmann et al. 1986). El diámetro de las ramas elegidas fluctuó entre 0,3 y 1,5 cm debido a la reiterada observación de fracaso total en el asentamiento de semillas en ramas de mayor diámetro. Se eligió como ramas no infectadas a aquellas cuya base más próxima se ubica a menos de 10 cm de las infectadas.

Para evaluar en forma inferencial el efecto del quintral sobre el crecimiento de las ramas, se comparó la longitud alcanzada aproximadamente un mes después de haber comenzado el período de crecimiento ve-

TABLA I

Prevalencia y abundancia del quintral *N. heterophylla* en su hospedador, el boldo *P. boldus*, en cinco localidades alrededor de Concepción, Chile. En cada localidad se incluye el diámetro promedio de los hospedadores (dap) y su respectiva desviación estándar (de). La simbología utilizada es la siguiente: P= prevalencia, P\*= prevalencia de hospedadores recuperados, A= promedio de quintrales vivos por boldo, n= número de hospedadores examinados.

Prevalence and abundance of *N. heterophylla* on its host *P. boldus*, in five localities nearby Concepción, Chile. The average diameter at chest height (dap) and standard deviation (de) of hosts are in cm. P= prevalence, P\*= prevalence of healed hosts, A= mean number of alive mistletoes per host, n= number of hosts examined.

Localidad	dap (de) cm	P %	P* %	A (de)	rango	n
Coronel	10,9 (12,0)	15,2	4,3	0,7 (2,0)	0-10	46
Hualpén	11,7 (23,9)	88,9	0	21,0 (23,4)	0-70	18
Santa Juana	16,6 (11,5)	75,0	0	17,7 (22,1)	0-61	12
San Pedro	21,8 (4,7)	50,0	37,5	2,2 (3,8)	0-18	40
Ferbio	23,8 (8,9)	100	0	15,1 (10,5)	3-37	14
Total	17,9 (12,9)	50,8	13,1	5,8 (12,0)	0-70	130

getativo de los boldos en 40 ramas naturalmente infectadas, 30 naturalmente recuperadas, y 30 no infectadas. Las mediciones fueron realizadas en un mismo día. En este período el color de las hojas nuevas es notablemente distinto a las hojas de estaciones anteriores (Hoffmann 1981).

Para la evaluación inferencial del efecto del quintral sobre el estado de "salud" de las ramas, se evaluó la significancia estadística de la relación entre la frecuencia de evidencias de quintral y el estado de cada

rama de acuerdo a una escala basada en el porcentaje de hojas verdes (hv): verde (100% hv), semiverde (100% > hv > 50%), semiseca (50% > hv > 0%) y seca (0% hv). Para esto, se muestrearon al azar 245 ramas de 25 árboles (13 de Coronel, 6 de Santa Juana y 6 de Hualpén). Las combinaciones de las tres formas de evidencia del quintral permitieron clasificar las ramas en una escala que refleja una secuencia temporal de las infecciones, como sigue: (a) ramas sin evidencias de quintral, (b) ramas sólo con quintral vivo, (c) ramas con quintrales vivos, muertos y/o marcas haustoriales, y (d) ramas sólo con evidencias de infecciones pasadas (sólo con quintrales muertos y marcas haustoriales). La hipótesis nula de la prueba de Sommers (Siegel & Castellan 1988) indica que no existe relación entre el estado de "salud" de las ramas (variable de respuesta) y la frecuencia de evidencias de quintral (variable independiente). En forma similar, se evaluó si las ramas clasificadas de acuerdo al grado de inclinación en el árbol, como erectas, horizontales o inclinadas, guardaban alguna relación estadística con las ramas clasificadas en una secuencia temporal de la infección. Este análisis se origina de la observación que sugiere que los quintrales podrían modificar el grado de inclinación de las ramas del hospedador.

La medida en la que la varianza de la abundancia de evidencia de quintrales estaba explicada por el estado de salud y por el grado de inclinación de las ramas fue evaluada en las mismas ramas, luego de contar los quintrales vivos, muertos y marcas haustoriales principales, y la abundancia total de evidencias.

## RESULTADOS

Alrededor de la mitad de los 130 boldos muestreados presentaron al menos un quintral vivo (Tabla 1). Los boldos recuperados representaron el 13,1% del total, en tanto que el porcentaje restante correspondió a boldos no infectados. La prevalencia fue mayor en Hualpén y Ferbio (Tabla 1).

En cada localidad había una alta agregación estadística de la abundancia de

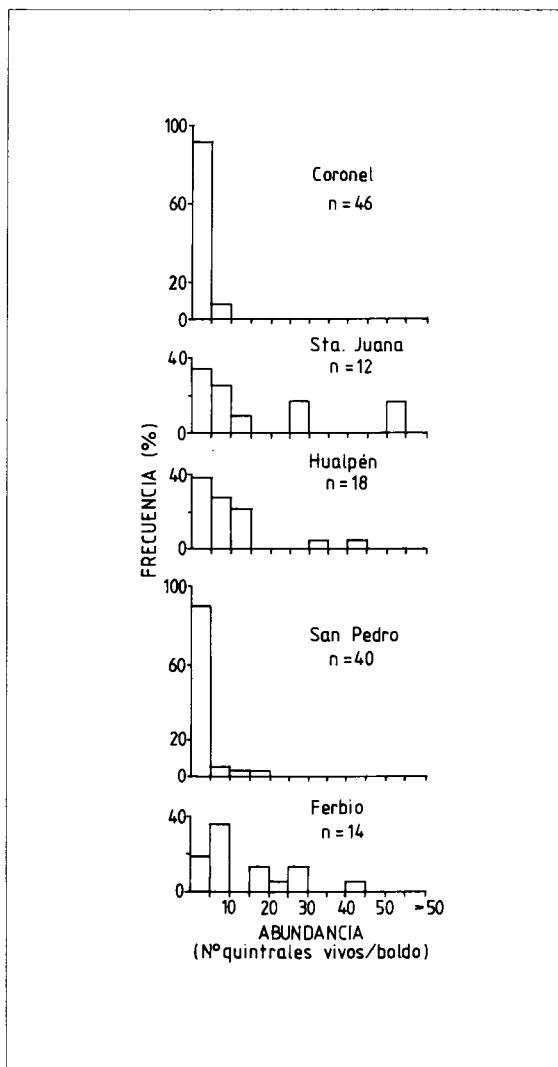


Fig. 2 : Distribuciones de frecuencias de la abundancia de quintrales vivos por hospedador en cinco localidades. n= número de boldos examinados en cada localidad.

Frequency distributions of the abundance of mistletoes per host in five localities. n= number of examined hosts per locality.

quintrales vivos por boldo (Tabla 1). Es decir, se observó una mayor frecuencia de boldos con bajas abundancias de quintrales vivos que boldos con altas abundancias (Fig. 2). La varianza de la abundancia de quintrales vivos por boldo está explicada por la localidad y las variaciones del tamaño del hospedador (análisis de la covarianza, ANCOVA,  $F(9, 120) = 31,86$ ;  $p < 0,0001$ ). Sin embargo, el tamaño de los boldos varió en forma significativa entre las localidades ( $F(4, 125) = 9,10$ ;  $p < 0,0001$ , Tabla 1). Los boldos de menor tamaño fueron los de Coronel y Hualpén. Cabe destacar que de las tres variables registradas en el boldo para caracterizar su tamaño (sumatoria de los diámetros de los troncos, diámetro promedio de los troncos y número de troncos), el mejor predictor de la abundancia de quintrales vivos fue la primera, que da cuenta del 28,1% de la varianza, en tanto que la segunda da cuenta del 18,5%, y el número de troncos del 10,2%. La mayoría de los hospedadores no infectados presentaron tamaños que fluc-

tuaron entre 5 y 10 cm dap, a los que generalmente se denomina "arbustos" o "árboles juveniles". El 70,5% de la varianza de la abundancia de quintrales vivos está explicada por un modelo lineal que se desglosa en un 37,6% debida a la localidad, un 28,3% a la sumatoria de los diámetros de los troncos, y un 4,6% a las diferencias en las pendientes de la relación entre el tamaño del hospedador y la abundancia de quintrales entre las localidades ( $F(4, 120) = 4,67$ ;  $p < 0,0015$ ). El tamaño de los boldos infectados fue significativamente mayor que el de los no infectados y recuperados ( $F(2, 127) = 18,5$ ;  $p < 0,0001$ ; Fig. 3).

El 44,5% de 245 ramas muestreadas tenían evidencias de quintral. La ocurrencia de quintrales vivos, muertos y/o marcas haustoriales tiene un efecto significativo sobre el estado de salud de las ramas (Prueba de Sommers  $d = 0,50$ ;  $z = 9,39$ ;  $p < 0,001$ ). Las ramas sin evidencias de quintral estaban más frecuentemente verdes que las que poseían alguna evidencia de parasitismo ( $\text{Chi-cuadrado} = 53,66$ ;  $p < 0,0001$ ;  $g.l. = 3$ ).

TABLA 2.

Frecuencia de ramas con evidencias de quintral según estado de salud y posición. Las ramas con evidencias de quintral fueron clasificadas de acuerdo a una secuencia temporal de la infección (e.g. sin quintrales (0), con quintrales vivos solamente (v), con quintrales vivos y alguna evidencia de infección pasada (v, m, mh), y ramas sólo con evidencias de infección pasada (m, mh)).

Frequency of branches with mistletoes according to the health condition and degree of inclination of branches. The branches with mistletoes was classified in a scale reflecting a temporal sequence of the infection. Branches without mistletoes (0), with alive mistletoes only (v), with alive mistletoes and some evidence of past infections (haustorial scars (mh), or dead mistletoes (m)), and branches with evidences of past infections only (m, mh).

estado de la rama	secuencia temporal de la infección				Total
	0	v	v,m,mh	m,mh	
Verde	104	25	6	3	138
Semiverde	16	9	7	8	40
Semiseca	4	6	10	3	23
Seca	12	2	1	29	44
posición de la rama					
Erecta	53	7	1	2	63
Horizontal	47	15	5	11	78
Inclinada	36	20	18	30	104
Total	136	42	24	43	245

Entre las ramas infectadas se observó que las que tenían sólo quintrales vivos frecuentemente eran verdes, en tanto que las que tenían sólo marcas haustoriales frecuentemente estaban secas (Tabla 2). La ocurrencia de quintrales vivos, muertos y/o marcas haustoriales también tenía un efecto sobre la inclinación de las ramas (Sommers  $d=0,38$ ;  $z=7,43$ ;  $p<0,001$ ). Las ramas con quintrales vivos, o sólo con evidencias de infecciones pasadas, estaban inclinadas con mayor frecuencia que las ramas sin evidencias de quintral (Tabla 2).

La varianza de la abundancia total de evidencias de quintral, estimada como la suma de quintrales vivos, muertos y marcas haustoriales por rama, estaba explicada en un 33,5% por el estado de salud y el grado de inclinación de las ramas (ANOVA,  $F(11, 233)=10,65$ ;  $p<0,0001$ ). La interacción entre estos factores no fue significativa ( $F(6, 233)=1,23$ ;  $0,30>p>0,25$ ). Las ramas semisecas y secas poseen mayor abundancia de evidencias de quintral que las verdes, que tuvieron la menor abundancia (Tabla 3). Asimismo, se observó que la abundancia de evidencias de quintral en

ramas inclinadas fue mayor que en las que no lo estaban (Tabla 3).

Las diferencias en el crecimiento de las ramas infectadas experimentalmente y las no infectadas fueron más notorias después de 12 meses de haber comenzado el experimento. Las ramas no infectadas crecieron aproximadamente el doble que las ramas infectadas. Sin embargo, el número de ramas experimentalmente infectadas fue disminuyendo en el tiempo hasta llegar sólo a 2, ya que las otras se secaron o se quebraron (Fig. 4). En todo caso, los pocos resultados experimentales son corroborados al comparar el crecimiento en longitud de ramas naturalmente infectadas, naturalmente recuperadas y las que no tenían evidencias de quintral (Tabla 4). El 25,5% de la varianza del crecimiento en longitud de las ramas, al cabo de un mes de haber empezado el crecimiento, fue explicada por su condición de no infectadas, infectadas o recuperadas (ANOVA,  $F(2,97)=16,64$ ;  $p<0,0001$ ). El mayor crecimiento fue observado en las ramas no infectadas. Las recuperadas e infectadas crecieron menos, aunque no eran diferentes entre sí.

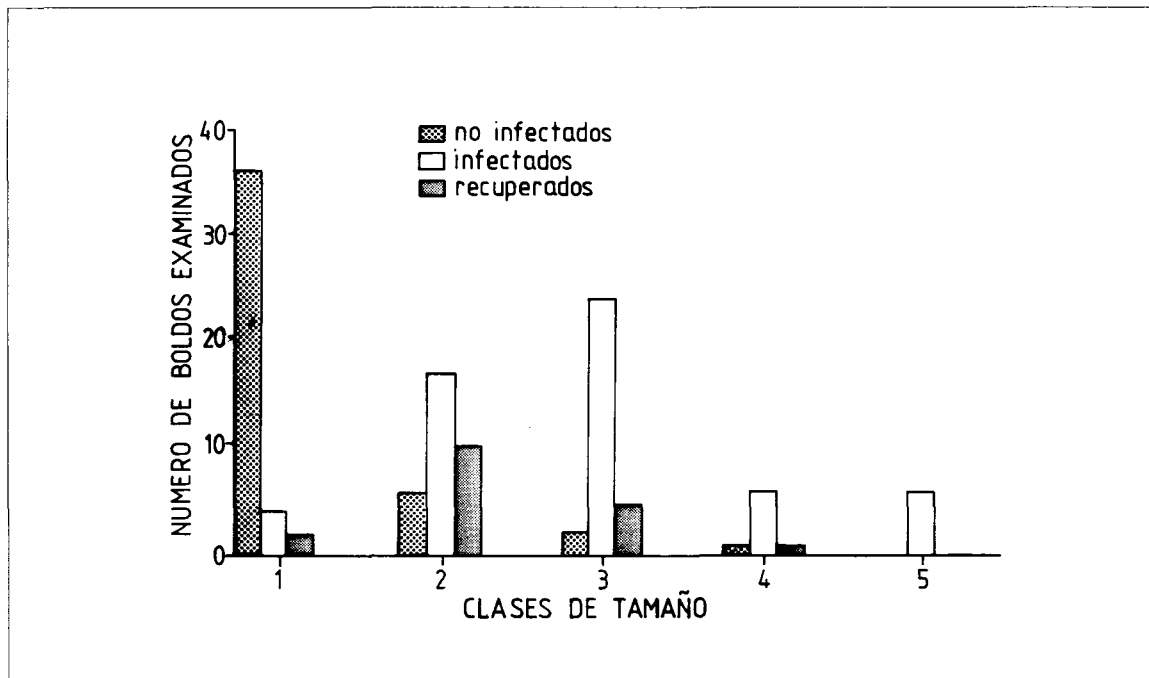


Fig. 3 : Distribuciones de frecuencias del tamaño de los hospedadores no infectados, infectados y recuperados, clasificados en cinco clases de tamaño: 1= 0-10, 2= 11-20, 3= 21-30, 4= 31-40, 5= >41 cm (dap).

Frequency distributions of non infected, infected and healed hosts according to five size classes: 1= 0-10, 2= 11-20, 3= 21-30, 4= 31-40, 5= >41 cm (diameter at chest height, Dap).

## DISCUSION

Los resultados señalan que la localidad geográfica y el tamaño del boldo son variables importantes para explicar la distribución y la abundancia de quintrales (Tabla 1; Fig. 2 y 3), y que el hemiparásito produce un efecto en el crecimiento y estado de salud de las ramas del hospedador (Tabla 2, 3 y 4; Fig. 4).

La localidad geográfica del hospedador resultó ser una variable más importante que el tamaño del hospedador para explicar las variaciones de la abundancia de quintrales vivos por boldo, la que a su vez, como es usual en hemiparásitos (Elías 1988, Ferreira et al. 1992), está altamente correlacionada con su grado de agregación estadística (Tabla 1). Esto puede deberse tanto a la fragmentación del bosque nativo en el área de estudio, como a los mecanismos de dispersión y reproducción de los quintrales (Godschalk 1983, Elías 1988, Edouard 1991, Reid 1987, 1991, Ferreira et al. 1992) que para esta especie se sustentan en diversas observaciones no publicadas (Vergara 1993<sup>3</sup>). Estas indican que: a) bosquecillos de boldos separados por unos pocos centenares de metros poseen abundancias radicalmente distintas de quintrales, a pesar de ser similares en la

composición de tamaños de los hospedadores; b) aves no identificadas son los agentes dispersores y regurgitan las semillas en grandes cantidades en las ramas del mismo hospedador de origen (ver Godschalk 1983, Elías 1988, Yan 1990 para casos similares); c) el quintral del boldo poseía capacidad de reproducción vegetativa, es decir, forma estolones originados a partir de ramificaciones haustoriales que se distribuyen en la misma rama infectada o en las ramas vecinas. Todo lo anterior, asociado a una variabilidad espacial en los recursos minerales del suelo, podrían ayudar a explicar las variaciones y alta agregación de la abundancia de quintrales observadas entre localidades (Orozco et al. 1990, Schulze et al. 1991).

El tamaño del hospedador también resultó ser una variable importante para explicar la varianza de la abundancia de quintrales vivos en el boldo. Que los arbustos y árboles juveniles rara vez se encuentren infectados (Fig. 2) puede deberse a que los hospedadores de tamaños más grandes tendrían una mayor disponibilidad de espacio, lo que favorecería que un ma-

3) VERGARA E (1993) Aspectos poblacionales y efectos del quintral *Notanthera heterophylla* en su hospedador, el boldo *Peumus boldus*. Tesis Licenciatura en Biología. Pontificia Universidad Católica de Chile, sede regional Talcahuano. 52 pp

TABLA 3

Abundancia media de quintrales vivos (v), muertos (m), marcas haustoriales (mh) y total de evidencias por rama, según estado de salud y posición. n= número de ramas. Valores entre paréntesis= desviación estándar.

Mean abundance of alive mistletoes (v), dead mistletoes (m) and haustorial scars (mh) per branch, according to the health condition and degree of inclination of branches. n= number of branches. Values in parenthesis= standard deviation.

estado de la rama	tipos de quintral			Total de evidencia	n
	v	m	mh		
Verde	0,4 (0,9)	0,1 (0,4)	0,1 (0,7)	0,5 (1,4)	137
Semiverde	0,6 (0,9)	0,1 (0,3)	0,8 (1,5)	1,6 (1,9)	40
Semiseca	1,7 (2,2)	0,4 (1,3)	1,5 (1,8)	3,6 (3,6)	23
Seca	0,1 (0,4)	0,2 (0,5)	1,7 (2,0)	2,0 (1,9)	45
posición de la rama					
Erecta	0,2 (0,5)	0	0,1 (0,3)	0,2 (0,6)	63
Horizontal	0,5 (1,0)	0,1 (0,2)	0,4 (1,1)	0,9 (1,5)	78
Inclinada	0,7 (1,3)	0,2 (0,8)	1,3 (1,8)	2,2 (2,7)	104

por número de quintrales pudiera fijarse en la rama (Yan 1990). Además, las sustancias orgánicas e inorgánicas estarían en mayor cantidad, y el tiempo de exposición a la infección sería mayor (Yan 1990). Para el quintral *Loranthus europaeus* se ha propuesto además, que los hospedadores más grandes son más atractivos para las aves dispersoras ya que están constituidos por doseles más abiertos, con una gran cantidad de hojas y ramas firmes, y son más estables en presencia del viento (Elías 1988). Sin embargo, se considera que la relación entre el tamaño del hospedador y la abundancia de quintrales es una función mucho más compleja y que involucra otras variables tales como, la conducta del dispersor, las condiciones del microhábitat y los mecanismos de resistencia del hospedador (Atsatt 1983, Armillota 1984, Hoffmann et al. 1986).

El efecto del quintral en el crecimiento de la rama hospedadora fue más notorio al cabo de un año de experimentación (Fig. 4), probablemente porque sólo después que la semilla ha penetrado al hospedador comienza la vida hemiparásita del quintral (Sallé 1983). A pesar de que estos resultados experimentales están basados en un bajo número de observaciones, el menor crecimiento de ramas naturalmente infectadas y recuperadas en comparación a ramas no infectadas, confirma el hallazgo

TABLA 4

Crecimiento promedio en longitud (cm) de ramas no infectadas con quintral, infectadas y recuperadas, después de un mes de comenzada la estación de crecimiento. Desviación estándar (de), número de ramas muestreadas (n).

Mean growth in length (cm) of non infected, infected and healed twigs of *P. boldus*, one month after the beginning of growth season. Standard deviation (de), number of branches sampled (n).

Tipo de rama	Crecimiento	de	n
No infectadas	5,67	3,08	30
Infectadas	2,88	1,65	40
Recuperadas	2,71	1,34	30

experimental (Tabla 4). El menor crecimiento de las ramas recuperadas sugiere que el quintral provoca una alteración persistente en el crecimiento normal de la rama hospedadora. Las marcas haustoriales muestran la historia de la infección, lo cual permite tener una información más acabada de una localidad que trabajando sólo con quintrales vivos. Por ejemplo, varias ramas no presentaron evidencias de quintrales vivos, y de no haber considerado a las marcas haustoriales como evidencias de infección, se las habría clasificado como no infectadas, y las diferencias en crecimiento entre infectadas y no infectadas no habrían sido detectadas (Tabla 1 y 4; Fig. 3). Cabe agregar que es poco probable que los quintrales maten a su hospedador (Reid et al. 1992), ya que incluso el secado de las ramas infectadas podrían beneficiar al hospedador al actuar como una poda natural.

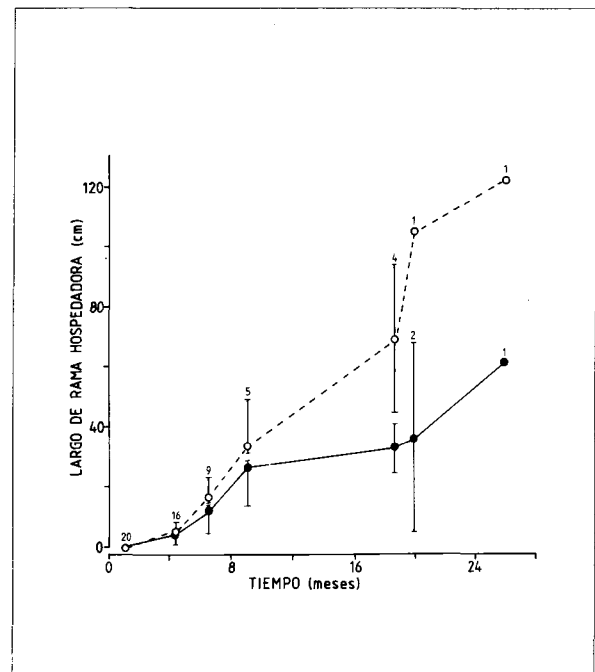


Fig. 4 : Largo de ramas experimentalmente infectadas (círculos oscuros) y no infectadas (círculos claros) con quintral a través de 25 meses. Los intervalos representan la desviación estándar. Los números son ramas.

Length of experimentally infected (dark circles) and non infected branches (white circles) with mistletoes in 25 month. The intervals represent the standard deviation. The number are branches.



Nuestros resultados mostraron que los quintrales alteran el estado de salud y grado de inclinación de las ramas del boldo (Tablas 2 y 3). El 68% de las ramas secas mostró indicios de marcas haustoriales (Tabla 2) lo que sugiere fuertemente que gran parte del secado de ramas es debido a la presencia de los quintrales. Además, las ramas con quintrales vivos estaban más frecuentemente inclinadas que las que no tenían evidencias de quintral (Tabla 2). Estas observaciones no son muy distintas a los trabajos de otros autores (Elías 1988, Yan 1990, Reid et al. 1992). Knutson (1983) argumenta que los quintrales causan un efecto en el hospedador por: i) un desbalance y alteración de los patrones de flujo de nutrientes entre el dosel y las raíces del hospedador; ii) utilización de los nutrientes del hospedador, tanto orgánicos como inorgánicos; iii) stress en el follaje del hospedador, ya que es menos eficiente fotosintéticamente tornándolo más propenso a la senescencia; iv) perturbación en los procesos mediados por hormonas afectando el florecimiento normal y el desarrollo de las raíces, y v) pérdidas aceleradas de agua.

Entre las causas de mortalidad de los quintrales se puede señalar la presencia de termitas y hongos en la interfase haustorio-rama del boldo, los que podrían debilitar la unión, y facilitar la acción de agentes físicos como el viento. Para *Phoradendron* sp. se ha propuesto que los principales factores de mortalidad serían las bajas temperaturas, las precipitaciones y la escasez de agua (sequía) (Wagener 1957, Dawson et al. 1990). Los resultados de Dawson et al. (1990) sugieren que la mortalidad en quintrales adultos es debida al incremento en la resistencia hidráulica del flujo de agua entre hospedador y parásito a medida que el quintral crece, produciendo una ruptura en la unión hospedador-parásito.

La persistencia de las poblaciones de quintral, sin embargo, no sólo depende de la disponibilidad de hospedadores, sino también del conjunto de especies que polinizan sus flores y dispersan sus semillas, además de los factores físico-químicos del medio ambiente. En consecuencia, para entender cabalmente los procesos y

mecanismos que hacen posible la interacción entre el quintral y su hospedador es necesario considerar cada componente de este sistema de especies interactuantes, y no sólo al hospedador y al hemiparásito (Darwin 1859).

#### AGRADECIMIENTOS

Se agradecen las sugerencias hechas por dos revisores y por Rodrigo Medel. El primer autor agradece a Misael Arriaza, Orlando Gonzalez y Manuel Abarca S. quienes apoyaron el trabajo en terreno, y en forma especial a Magyolue Quintana por su estímulo y ayuda en terreno. Se dedica este trabajo a los profesores del curso de Biología Vegetal (1983) tomado por el segundo autor durante su permanencia en el programa de doctorado en Ecología en la P.U.C., Alicia Hoffmann y Bernabé Santelices. Este trabajo formó parte de la tesis de Licenciatura en Biología del primer autor, realizada en la P. Universidad Católica, sede Talcahuano

#### LITERATURA CITADA

- ARMILLOTA A (1984) Study of the resistance to mistletoe (*Viscum album* L.). *Haustorium* 13:1-2.
- ATSATT PR & DR STRONG (1970) The population biology of annual grassland hemiparasite. I. The host environment. *Evolution* 24: 278-291.
- ATSATT PR (1983) Host-parasite interactions in higher plants. In: Lange OL, Nobel PD, Osmond CB, Ziegler H (eds) *Encyclopedia of plant physiology. New Series, Vol 12 C. Physiological plant ecology III. Response to the chemical and biological environment* Springer-Verlag, New York, pp 519-535.
- BARLOW BA & D WIENS (1973) The classification of the generic segregates of *Phrygilanthus* (= *Notanthera*) of the Loranaceae. *Brittonia* 25: 26-39.
- BARLOW BA (1983) Biogeography of Loranaceae and Viscaceae. In: Calder M and P Benhardt (eds) *The Biology of Mistletoes*: 19-45. Academic Press, Sydney.
- CALDER DM (1983) Mistletoes in focus: An introduction. In: Calder M and P Benhardt (eds) *The Biology of Mistletoes*: 1-18. Academic Press, Sydney.
- CONOVER WJ (1980) *Practical nonparametric statistics*. 2nd edit, John Wiley & Sons, Inc. New York.
- CONOVER WJ & RL IMAN (1981) Rank transformations as a bridge between parametric and non-parametric statistics. *American Statistician* 35:124-133.
- CONOVER WJ & RL IMAN (1982) Analysis of covariance using the rank transformation. *Biometrics* 38:715-724.

- DARWIN C (1859) *The Origin of Species*. London. Murray.
- DAWSON TE, EJ KING & JR EHLERINGER (1990) Age structure of *Phoradendron juniperum* (Viscaceae), a xilem-tapping mistletoe: inferences from a non-destructive morphological index of age. *American Journal of Botany* 77(5): 573-583.
- DIEM J (1950) Las plantas huéspedes de las lorantáceas *Phrygilanthus tetrandrus* (Ruiz et Pavon) Eichl. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 3:177-179.
- EBEL G (1930) El Quintral de Molina. *Revista Universitaria, Universidad Católica de Chile* 15(2):89-104.
- EDOUARD JA (1991) La multiplication végétative du *Dendropemon caribaeus* Krug & Urban (Loranthaceae) observé 'a la Martinique. *Bulletin de la Societe Botanique de France* 138(1):79-84.
- ELIAS P (1988) Quantitative ecological analysis of a mistletoe (*Loranthus europaeus* Jacq.) population in a oak-hornbeam forest: Discrete unit approach. *Ecológia (CSSR)* 7(1): 3-17.
- FERREIRA R, R PARENTONI & K YAMAMOTO (1992) Host specificity and seed dispersal of *Psittacanthus robustus* (Loranthaceae) in south-east Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 8:307-314.
- FISHER JT (1983) Water relations of mistletoes in their hosts. In: Calder M and P Benhardt (eds) *The Biology of Mistletoes*: 161-184. Academic Press, Sydney.
- GODSCHALK SKB (1983) Mistletoes dispersal by birds in South Africa. In: Calder M and P Benhardt (eds) *The Biology of Mistletoes*: 117-143. Academic Press, Sydney.
- HOFFMANN A (1982) Flora silvestre de Chile, zona austral. Ed. Fundación Claudio Gay. Santiago, Chile.
- HOFFMANN AJ (1981) Seasonal growth rhythms in *Peumus boldus*, a dioecious tree of the Chilean mediterranean vegetation. *Acta Ecologica, Ecologia Plantarum* 2(16): 31-39.
- HOFFMANN AJ, ER FUENTES, I CORTES, F LIBERONA & V COSTA (1986) *Tristerix tetrandrus* (Loranthaceae) and its host-plants in the Chilean matorral: patterns and mechanisms. *Oecologia* 69: 202-206.
- KNUTSON DM (1983) Physiology of mistletoes parasitism and disease responses in the host. In: Calder M and P Benhardt (eds) *The Biology of Mistletoes*: 295-316. Academic Press, Sydney.
- MARGOLIS L, W ESCH, JC HOLMES, AM KURIS & GA SCHAD (1982) The use of ecological terms in parasitology (report of an ad hoc committee of the American Society of Parasitologists). *Journal of Parasitology* 68(1): 131-133.
- MARSHALL JD & JR EHLERINGER (1990) Are xylem-tapping mistletoes partially heterotrophic?. *Oecologia* 84:244-248.
- MAUSETH JD, G MONTENEGRO & AM WOLCKOWICK (1984) Studies of the holoparasite *Tristerix aphyllus* (Loranthaceae) infecting *Trichocereus chilensis* (Cactaceae). *Canadian Journal of Botany* 62: 847-857.
- MAUSETH JD, G MONTENEGRO & AM WOLCKOWICK (1985) Host infection and flowers formation by the parasite *Tristerix aphyllus* (Loranthaceae). *Canadian Journal of Botany* 63: 567-581.
- OROZCO A, F RADA, A AZOCAR & G GOLDSTEIN (1990) How does a mistletoe affect the water, nitrogen and carbon balance of two mangrove ecosystem species?. *Plant, Cell and Environment* 13: 941-947.
- PATE JS, KC TRUE & J KUO (1991a) Partitioning of dry matter and mineral nutrients during a reproductive cycle of the Mistletoe *Amyema linophyllum* (Fenzl.) Tieghem parasiting *Casuarina obesa* Miq. *Journal of Experimental Botany* 42(237):427-439.
- PATE JS, KC TRUE & ERASING (1991b) Xylem transport and storage of amino acids by S.W. Australian Mistletoe and their Host. *Journal of Experimental Botany* 42(237): 441-451.
- REID N (1987) Ramifying haustoria in Australian mistletoes: an adaptation to aridity, or for vegetative persistence on long-lived hosts?. *The Golden Bough* 9:1-2.
- REID N (1991) Coevolution of mistletoes and frugivorous birds?. *Australian Journal of Ecology* 16:457-469.
- REID N, DM STAFFORD SMITH & WN VENABLES (1992) Effect of mistletoes (*Amyema preisii*) on host (*Acacia victoriae*) survival. *Australian Journal of Ecology* 17:219-222.
- REY L, A SADIK, A FER & S RENAUDIN (1991) Trophic relations of the Dwarf Mistletoe *Arceuthobium oxycedri* with its Host *Juniperum oxycedrus*. *Journal of Plant Physiology* 138: 411-416.
- SALLE G (1983) Germination and establishment of *Viscum album* L. In: Calder M and P Benhardt (eds) *The Biology of Mistletoes*: 145-159. Academic Press, Sydney.
- SCHULZE ED, OL LANGE, H ZIEGLER & G GEBAUER (1991) Carbon and nitrogen isotope ratios of mistletoes growing on nitrogen and non-nitrogen fixing hosts and on CAM plants in the Namib desert confirm partial heterotrophy. *Oecologia* 88: 457-462
- SIEGEL S & NJ CASTELLAN (1988) *Nonparametric Statistics for the Behavioral Sciences*. Second edition, McGraw-Hill Book Company.
- SOKAL RR & FJ ROHLF (1981) *Biometry*. Second edition, WH Freeman and Company. New York.
- TAINTER FH & DW FRENCH (1971a) Identificación de los muérdagos (Loranthaceae) del Valle Central de Chile. *Turrialba* 21: 197-201.
- TAINTER FH & DW FRENCH (1971b) Distribution of mistletoes in the Central Valley of Chile. *Turrialba* 21: 225-228.
- URBAN O (1934) *Botánica de las plantas endémicas de Chile*. Edic. Sociedad Impresora de Concepción, Concepción, 25-31.
- WAGENER WW (1957) The limitations of two leafy mistletoes of the genus *Phoradendron* by low temperatures. *Ecology* 38(1): 142-145.
- YAN Z (1990) Host specificity of *Lysiana exocarpi* subsp. *exocarpi* and other mistletoes in Southern South Australia. *Australian Journal of Botany* 38: 475-486.
- ZAR JH (1984) *Biostatistical Analysis*. Second Edition, Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey