

Fluctuaciones poblacionales de *Rhyacionia buoliana* (Lep.: Tortricidae) en una plantación de *Pinus radiata* en la X Región*

Population fluctuations of *Rhyacionia buoliana* in a *Pinus radiata* plantation of the X Region

C.D.O.: 453

SANDRA E. IDE, DOLLY M. LANFRANCO

Instituto de Silvicultura, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile

SUMMARY

Population density of the European pine shoot moth, *Rhyacionia buoliana* (Schiff), on *Pinus radiata* D. Don plantations, established in 1986 in two different sites are analyzed, monitoring permanent plots during six years. Survival and mortality of the moth were also determined.

Changes in density reveal annual increments and significant differences between sites. The influence of density-independent factors and the absence of natural enemies as regulators of the population levels are discussed.

The survival increase through time is interpreted as a consequence of the good adaptation of the species to different site conditions.

The highest mortality rate occurred during the exposed periods of the moth's life cycle and principally at the early larvae stage mostly due to dehydration, resination and predation.

RESUMEN

Se analiza la densidad poblacional, sobrevivencia y mortalidad de la polilla del brote del pino, *Rhyacionia buoliana* (Schiff.), en dos sitios con plantaciones de *Pinus radiata* D. Don, establecidas en 1986. Los datos se registraron durante seis años consecutivos en parcelas permanentes.

Los cambios de la densidad revelan incrementos anuales sostenidos y diferencias significativas entre sitios. Se comenta además la influencia de factores densoindependientes y ausencia de enemigos naturales como reguladores de la población. La sobrevivencia ha sido creciente a través del tiempo, revelando una mejor adaptación de la polilla a las diferentes condiciones de sitio. La mortalidad ocurre en los períodos en que los diversos estadios larvales están expuestos, principalmente en larvas tempranas, y mayoritariamente por deshidratación, resinación y depredación.

INTRODUCCION

Rhyacionia buoliana (Schiff.), la polilla del brote del pino (Lepidoptera-Tortricidae), es hoy día el principal agente de daño asociado a plantaciones de pino insignis (*Pinus radiata*, D. Don) en el país. Desde 1985, año en que fue detectada en la X Región, ha extendido su distribución hasta la VI Región. Sin embargo, en la actualidad sólo en la X Región se le considera una especie plaga por el

daño económico que está alcanzando (Espinoza, 1993; Lanfranco *et al.*, 1993).

Este insecto ataca árboles de diferentes edades, aunque es mayor el efecto en individuos menores de 4 años, principalmente porque la baja oferta total de brotes incide en una mayor probabilidad de ataque apical. La muerte del ápice ocasiona deformaciones fustales y pérdidas de crecimiento en altura, que afectan la calidad de la madera y por ende el rendimiento final (Brewer *et al.*, 1968; Lanfranco *et al.*, 1991, 1992; Vallejos, 1992). Estudios llevados a cabo por Ide (1992) y Lanfranco *et al.* (1993, 1994) señalan que no son necesarias

* Proyecto CONAF/Empresas Forestales/U ACH.

altas densidades poblacionales para afectar gravemente plantaciones de esa edad.

Luego de la detección de *R. buoliana* en Chile y conscientes de que la erradicación era imposible, debido a que *R. buoliana* se encontraba a lo menos 5 años antes de su detección, se llevaron a cabo tareas tendientes a su control con el fin de retardar el avance hacia el norte del país. Como era escasa la información que se tenía sobre la forma de actuar frente a *R. buoliana*, se inició una serie de investigaciones, en las que participaron directa o indirectamente el Servicio Agrícola y Ganadero, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Corporación Nacional Forestal, universidades, empresas forestales, institutos de investigación. Los estudios abarcaron aspectos de la biología del insecto, de control y de evaluación física y económica del daño.

El conocimiento de *R. buoliana* a través de indicadores poblacionales como la densidad, sobrevivencia y mortalidad permite un mejor acercamiento al problema y respalda técnicamente las acciones que se tomen para combatirla (Ide, 1992).

METODOLOGIA

Este estudio fue llevado a cabo mediante registros anuales de parcelas permanentes instaladas en el predio Peleco (el cual pertenece a la Empresa Forestal Valdivia S.A), ubicado en la comuna de La Unión, X Región.

En 1987 se instalaron 24 parcelas en dos sectores del predio con índices de sitio 28 (IS 28) y 22 (IS 22). Cada parcela tiene una superficie de 0.1 ha, con franjas de aislación entre ellas de 15 a 20 m. Los registros se tomaron durante 6 años consecutivos.

La densidad poblacional se calcula contando el número de individuos vivos (larvas o pupas). Puede cuantificarse a nivel de estratos o del árbol completo y extrapolarse a la hectárea. En síntesis, determina el número de larvas promedio por árbol. Por otro lado, la sobrevivencia (que se expresa en porcentaje) se puede calcular al relacionar densidades poblacionales entre generaciones o dentro de una generación. La diferencia corresponde a la mortalidad, la cual acumulada a través del ciclo biológico define la tasa de mortalidad de una generación.

Se muestrearon seis generaciones de polilla, desde el año 1989 a 1994, período en el cual se muestreó al inicio y término de cada generación.

Además, en los años 1989 y 1991 se realizó un muestreo en cada estación del año. Es preciso indicar que en este estudio los muestreos se iniciaron con larvas estadios 2-3, sin muestrear en la etapa de huevo, y larvas estadios 1-2 que se presume son más susceptibles a factores abióticos y bióticos de mortalidad.

Para determinar tanto la densidad poblacional como la sobrevivencia se utilizó una muestra de 25 árboles en cada sitio, a los cuales se les extrajeron 4 ramillas de la última temporada tanto del estrato superior como del medio (el tamaño de la muestra fue calculado estadísticamente sobre la base de muestreos y censos preliminares). Como el muestreo es de carácter destructivo, se realizó en las franjas de aislación entre parcelas tratando de cubrir la mayor superficie posible (no se intervino en las parcelas para no alterar la información recogida en ellas). Tanto los árboles muestreados como las ramillas colectadas fueron extraídas al azar. Cada ramilla la componen un número variable de yemas o brotes, según el estado fenológico del pino y la época de muestreo. La cuantificación del número total de yemas o brotes por ramilla y el número de larvas vivas por cada yema o brote dañado permite determinar la densidad de larvas según estrato, árbol y sitio (Schroeder, 1986, modificado por Lanfranco y Aguilar, 1988).

RESULTADOS

Densidad e incrementos poblacionales. La densidad poblacional inicial y terminal de generaciones consecutivas permite conocer la sobrevivencia y

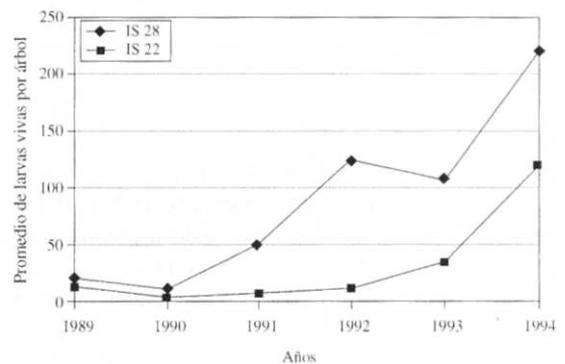


Figura 1. Densidad poblacional en ambos sitios de Peleco. Inicio de generación. Años 1989-1994. Population density in both sites of Peleco. Beginning of generations (1989-1994).

mortalidad producida en cada generación, las fluctuaciones producto de crecimientos o detrimentos poblacionales año tras año y permite además estimar la futura presión que ocasionará el insecto sobre el recurso (Ide, 1992).

Al analizar las curvas de densidad para ambos sitios (fig. 1), éstas indican una tendencia al incremento, observándose sólo una baja en 1990 (en ambos sitios). Es importante señalar que las mayores densidades poblacionales se presentan en el IS 28 y que las diferencias entre ambos sitios son significativas, especialmente en la generación de 1994.

Aun cuando el IS 22 se había caracterizado hasta 1992 por densidades poblacionales relativamente bajas, en el año 1993 y 1994 se produjeron aumentos importantes, registrándose en 1994, 119 larvas/árbol, el valor máximo capturado en ese sitio. Si bien es cierto que esto también ocurrió en el IS 28, el incremento no fue tan significativo (cuadro 1).

CUADRO 1

Incrementos poblacionales (%) por sitio (1989-1994).
Population increases per site (%) (1989-1994).

Sitio	Incremento poblacional (%)				
	89/90	90/91	91/92	92/93	93/94
Peleco IS 28	-105.0	408.0	146.5	-16.4	104.5
Peleco IS 22	-71.8	58.4	80.7	220.3	259.0

En el cuadro anterior se destacan algunos valores negativos que se produjeron en ambos sitios, lo que refleja una disminución de la población en esos años, especialmente en el IS 28. Posteriormente, en ambos sitios la población aumentó, siendo más notorio el incremento producido en la población del IS 28, y particularmente en la temporada 90/91. También es importante señalar que en Peleco IS 22 las tasas de incremento poblacional habían sido moderadas e históricamente inferiores a las del otro sitio, pero en las dos últimas temporadas se produjeron marcados incrementos.

Sobrevivencia y mortalidad estacional: 1989 y 1991. La sobrevivencia y mortalidad representan una herramienta útil para monitorear poblaciones en períodos dentro de una generación o entre generaciones.

En los dos sitios la mayor mortalidad se concentra entre el verano y otoño de 1989, es decir, en el período de posteclosión con larvas expuestas

CUADRO 2

Sobrevivencia y mortalidad estacional (%) para la generación 1989. Peleco IS 28 e IS 22.
Seasonal survival and mortality (%) for the 1989 generation. Peleco IS 28 and IS 22.

Sitio	Estación	Larvas promedio por árbol	Mortalidad (%)	Sobrevivencia (%)
PELECO IS 28	Verano	20.3	-	-
	Otoño	9.1	55.2	44.8
	Invierno	8.6	2.4	42.3
	Primavera	7.7	4.5	37.9
TOTAL			62.1	37.9
PELECO IS 22	Verano	12.8	-	-
	Otoño	6.9	46.1	54.0
	Invierno	5.2	13.3	40.6
	Primavera	5.2	0.0	40.6
TOTAL			59.4	40.6

de los primeros estadios (cuadro 2). Aunque en el índice de sitio 22 hubo una mayor sobrevivencia total, las densidades poblacionales en cada estación fueron mucho más bajas que en el otro sitio. En 1991 se registran tasas menores de mortalidad, manteniéndose la mayor mortalidad en el período verano-otoño (cuadro 3).

CUADRO 3

Sobrevivencia y mortalidad estacional (%) para la generación 1991. Peleco IS 28 e IS 22.
Seasonal survival and mortality (%) for the 1991 generation. Peleco IS 28 and IS 22.

Sitio	Estación	Larvas promedio por árbol	Mortalidad (%)	Sobrevivencia (%)
PELECO IS 28	Verano	50.3	-	-
	Otoño	31.8	36.8	63.2
	Primavera	31.5	0.6	62.6
	TOTAL		37.4	62.6
PELECO IS 22	Verano	5.7	-	-
	Otoño	3.7	35.1	64.9
	Primavera	4.2	26.4	73.6
	TOTAL		26.4	73.6

En el IS 28 se aprecia que la mortalidad producida en esta generación fue evidentemente más

baja que la del año 1989. En relación al IS 22, la menor cantidad de larvas promedio por árbol encontrada en otoño, con respecto a primavera, puede deberse a que en un muestreo al azar existe la probabilidad de encontrar un número de larvas que no se ajuste a la tendencia esperada, especialmente cuando se trata de una distribución agregada (Miller, 1967).

Sobrevivencia y mortalidad generacional. Los porcentajes de sobrevivencia en general aumentaron sostenidamente desde los primeros años de evaluación hasta 1993 (cuadro 4). En el IS 22 las tasas de sobrevivencia han sido mayores, con excepción de 1990.

CUADRO 4

Porcentaje de sobrevivencia (S) total en las generaciones de 1989 a 1993.

Percentage of total survival in the 1989-1993 generations.

Sitio	Sobrevivencia%				
	1989	1990	1991	1992	1993
Peleco IS 28	37.9	58.6	62.6	72.9	76.2
Peleco IS 22	40.6	22.2	73.6	*	89.7

* Por muestreo se obtuvo una mayor cantidad de larvas al final de la generación.

En ambos sitios se observa que el porcentaje de sobrevivencia es creciente hasta 1993, probablemente debido a que hasta la fecha no existen enemigos naturales de importancia que ejerzan algún grado de regulación en la población en estudio. Esta idea se ve reforzada al analizar los porcentajes de mortalidad ocurridos en las generaciones del año 1989 y 1991, donde se observa claramente que la mayor mortalidad siempre ocurre en el período en que hay larvas expuestas.

DISCUSION

El estudio de la dinámica poblacional de una especie requiere de explicaciones fundamentadas en estudios básicos, constituyendo uno de los principales problemas en ecología de poblaciones. Según Sharov (1991) esta temática puede enfrentarse de dos formas: una aproximación de los factores que inciden en los cambios poblacionales y una aproximación dinámica que analiza los mecanis-

mos de los cambios poblacionales, sobre la base de factores y procesos que determinan estos cambios. En el caso concreto de *R. buoliana*, especie introducida, asociada a un recurso también introducido y con características de monocultivo extensivo, que cubre gran parte de la superficie centro sur de Chile (VII a X regiones), estos factores y procesos aunque simples de intuir son difíciles de evaluar, por cuanto se carece de información básica que revele la importancia exacta de cada uno de ellos. No obstante lo anterior, son a los menos tres los aspectos que es preciso comentar: el clima, el recurso hospedante y los biocontroladores.

El clima. Tradicionalmente se ha considerado que algunos elementos del clima, como temperatura, humedad relativa y pluviometría, son determinantes en la duración de los ciclos biológicos, el inicio y término de la dormancia, o son factores claves de mortalidad en los períodos más vulnerables del desarrollo de un insecto. Pueden ser además analizados tanto como componentes macroclimáticos como microclimáticos. En efecto, variados estudios han demostrado la influencia de la temperatura en la duración del ciclo estacional, el período de dormancia o el inicio de la fase de migración. Para ello es preciso hacer seguimientos poblacionales entre sitios o localidades. Esto mismo, considerado a nivel microclimático, puede determinar otros procesos como mortalidad posteclosión en los primeros estadios larvales, o cambios en el desarrollo, entre otros. Sin embargo, son escasos los estudios en Chile que relacionan algunos elementos del clima con los cambios en el desarrollo o en la densidad de *R. buoliana* (Ide, 1992; Lanfranco *et al.*, 1994; Palma, 1994). Parece ser que la temperatura es el elemento más relevante, por cuanto gatilla procesos de importancia como los ya señalados. Respecto de la humedad relativa, los escasos antecedentes recopilados indican que es importante a nivel microclimático, especialmente en los cortos períodos en que la polilla está expuesta (primeros estadios, larvas migrantes) o en el desarrollo larval y pupal dentro del brote o en la maduración de los huevos y el proceso de eclosión. En cuanto a la pluviometría, el agua-lluvia puede ser puntualmente considerada un factor de mortalidad, por ejemplo en la época de emergencia de adultos y en vuelo para el apareamiento y/o dispersión; o en los primeros estadios larvales, que están expuestos. Sin embargo, las lluvias y más bien los regímenes de aguas-lluvias inciden con mayor importancia en el árbol

(hospedante) y en el caso de la interacción polilla-pino son relevantes los cambios fenológicos del pino y el desarrollo de la polilla, ya que entre ellos debe existir una sincronización (Schroeder, 1986).

Ninguno de estos elementos actúa por sí solo, y precisamente las diferentes combinaciones posibles en el tiempo inciden en las fluctuaciones de las poblacionales.

El recurso pino como alimento y refugio. Siendo la polilla del brote un insecto que en Chile se desarrolla casi exclusivamente en *Pinus radiata*, que consume este recurso durante 9 meses de su ciclo anual de desarrollo y que gran parte de este tiempo está además escondida en el interior de las yemas o brotes (con excepción de huevos, larvas de primer estadio, larvas migratorias y adultos, es decir, un total de 2 a 3 meses) se puede inferir la vital importancia del recurso pino como alimento y refugio para esta especie. Conforme a los antecedentes recopilados y a las observaciones realizadas, no hay indicio alguno, por el momento, que indique una competencia intraespecífica por el recurso. Es de tal magnitud la oferta de alimento y de refugio que *R. buoliana*, como especie, está lejos de saturar la capacidad de carga de este sistema forestal. Este recurso parece ilimitado, lo que posibilita fuertes incrementos poblacionales y facilita la dispersión, aun en la X Región, donde las densidades son muy superiores a las registradas en otras regiones (Lanfranco *et al.*, 1993; 1994). Otro aspecto del que sólo se tienen unos pocos datos referenciales (no cuantificados ni publicados) es la calidad de las yemas y brotes. La latitud, la altitud y posiblemente algunas influencias del sitio participan en la calidad de las yemas, brotes y acículas haciéndolos más o menos palatables para el insecto. En efecto, brotes coriáceos, secos o poco desarrollados son escasamente colonizados por la polilla. Otro tanto ocurre cuando el follaje está infectado por *Dothistroma septospora*, lo que al menos en la X Región es más frecuente en el estrato inferior. Los resultados de este estudio indican diferencias históricas de densidad entre ambos sitios de Peleco. El clima es más extremo en el IS 22 y es inferior la calidad de los brotes. Esto podría explicar las menores densidades poblacionales, pese a que en este sitio la oferta total de brotes ha sido siempre mayor. Consecuentemente la especie se expresaría numéricamente mejor cuando el clima y la calidad de los brotes es mejor, en este caso, en el mejor sitio. Por las razones señaladas las larvas de polilla se alojan de preferencia en el estrato me-

dio antes de la dormancia y luego migran al estrato superior, precisamente donde los brotes son más nutritivos y la polilla consume una mayor cantidad de biomasa vegetal que le proporciona la energía necesaria y suficiente para completar su desarrollo. En este período además los brotes constituyen un refugio vital, por cuanto protegen a las larvas y pupas de algunos depredadores (aves e insectos).

Biocontroladores. Como reguladores poblacionales los biocontroladores nativos no presentan todavía un accionar constante sobre las plantaciones atacadas por la polilla del brote. Arácnidos, aves y algunos insectos como depredadores y parasitoides nativos dípteros e himenópteros y bacterias representan un gremio de agentes de control poco eficientes, precisamente porque su efecto no es recurrente. En los sitios monitoreados en este estudio no ha sido liberado *Orgilus obscurator* como agente introducido de control. Por consiguiente, en ambos sitios de Peleco no existen, a la fecha, biorreguladores poblacionales de importancia.

Adaptación biológica. Los resultados de este estudio indican que los incrementos poblacionales históricos, el aumento de la sobrevivencia y concomitantemente la disminución de la mortalidad se explican por una mejor y mayor adaptación biológica de *R. buoliana* al clima y sus elementos, a la oferta (en cantidad y calidad) aún ilimitada del recurso pino y a la escasa acción de los biocontroladores nativos. Estos factores densoindependientes (como clima y recurso) y aun los densodependientes (como los agentes de control) por ahora son solamente responsables de las fluctuaciones poblacionales, pero no se evidencia algún factor regulador de las poblaciones. Si a esto se suma la creciente adaptabilidad biológica de *R. buoliana* a las condiciones de este medio, se puede entender el por qué de los cambios poblacionales expresados a través de los indicadores: densidad, sobrevivencia y mortalidad.

CONCLUSIONES

1. Las densidades poblacionales de *R. buoliana* a través del tiempo indican, en los sitios en que se realizó el estudio, incrementos anuales de población de importancia.
2. Existen diferencias significativas en densidad entre los sitios estudiados, indicando que en un mismo predio, distintos sitios, con rodales de la misma edad tienen diferentes densidades.

3. Las diferencias en densidad, tentativamente se atribuyen a factores densoindependientes (influencia de los distintos elementos del clima, calidad y cantidad del recurso alimento y refugio) y a una creciente adaptación biológica de *R. buoliana* a estos factores.

4. No se aprecia la influencia de factores densodependientes que regulen las poblaciones, como parasitismo o depredación.

5. La sobrevivencia, expresada en porcentajes crecientes a través del tiempo, es otro indicador de la mejor adaptación de la polilla a las diversas condiciones que los sitios le imponen.

6. En este monitoreo de 6 años y concretamente en los seguimientos de la población de los años 1989 y 1991 se detectan las mayores tasas de mortalidad en verano-otoño. Esto es atribuible a la mayor vulnerabilidad de la larvas de primeros estadios al clima y a algunos biocontroladores (principalmente depredadores) por tratarse de larvas expuestas. Un porcentaje de esta mortalidad se debería a la abundante resinación de las yemas en el momento en que las larvas intentan ingresar a ellas.

7. Este estudio no indica factor regulador alguno de las poblaciones de *R. buoliana* en el predio Peleco.

BIBLIOGRAFIA

- BREWER, M., B. FERCHMAN, R. MONTENEGRO, K. NEUMEN. 1968. Datos y conclusiones preliminares sobre la mariposita del ápice de los pinos *Rhyacionia buoliana* (Den. et Schiff.) (Lepidoptera: Tortricidae) en el valle de Calamuchita, Córdoba, Universidad Nacional de Córdoba, Dirección Provincial de Asuntos Agrarios, Argentina, 38 pp.
- ESPINOZA, H. 1993. Informe final y evaluación del proyecto "Detección y control de la polilla del brote del pino *Rhyacionia buoliana* (Den et. Schiff.) en Chile". Ministerio de Agricultura, Servicio Agrícola y Ganadero, Santiago, Chile, 53 pp.
- IDE, S. 1992. *Dinámica poblacional de Rhyacionia buoliana (Schiff.) en plantaciones de Pinus radiata en la Décima región*. Tesis Ing. Forestal. Fac. de Cs. Forestales, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile, 64 pp.
- LANFRANCO, D., A. AGUILAR. 1988. Evaluación del daño causado por infestación natural de *Rhyacionia buoliana* sobre plantaciones jóvenes de *Pinus radiata* en la Provincia de Valdivia. Informe de Avance. Serie Técnica. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Austral de Chile. Valdivia. 20 pp.
- LANFRANCO, D., A. AGUILAR, S. IDE, R. VALLEJOS. 1991. Evaluación del daño causado por infestación natural de *Rhyacionia buoliana* sobre plantaciones jóvenes de *Pinus radiata* en la Provincia de Valdivia. Informe de Convenio N° 188. Serie Técnica. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Austral de Chile. Valdivia. 47 pp.
- LANFRANCO, D., A. AGUILAR, S. IDE, R. VALLEJOS. 1992. Evaluación del daño causado por infestación natural de *Rhyacionia buoliana* sobre plantaciones jóvenes de *Pinus radiata* en la Provincia de Valdivia. Informe de Convenio N° 200. Serie Técnica. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Austral de Chile. Valdivia. 47 pp.
- LANFRANCO, D., S. IDE, R. ALZAMORA. 1993. Evaluación del daño causado por infestación natural de *Rhyacionia buoliana* sobre plantaciones jóvenes de *Pinus radiata* en la Provincia de Valdivia. Informe de Convenio N° 211. Serie Técnica. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Austral de Chile. Valdivia. 53 pp.
- LANFRANCO, D., S. IDE, R. ALZAMORA, D. CABRERA. 1994. Evaluación del daño causado por infestación natural de *Rhyacionia buoliana* sobre plantaciones jóvenes de *Pinus radiata* en la Provincia de Valdivia. Informe Final de Convenio N° 216. Serie Técnica. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Austral de Chile. Valdivia. 49 pp.
- MILLER, W. 1967. "The European Shoot Moth- Ecology and Control in the Lake State", Forest Science Monograph 14. Washington. USA. 72 pp.
- PALMA, S. 1994. Relación entre la acumulación de días grado y el ciclo biológico de la polilla del brote (*Rhyacionia buoliana* Den. et Schiff.) (Lepidoptera: Tortricidae) en la zona de Arenales, VIII región. En Taller Avances en el control de la Polilla del Brote. 15 pp.
- SHAROV, A. 1991. "Integrating host, natural enemy, and other processes in population models of the pine sawfly". En: *Forest insect guilds: patterns of interaction with host trees*: 187-198.
- SCHROEDER, D. 1986. Sobre el control biológico de la polilla europea del brote del pino *Rhyacionia buoliana* en Chile. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Santiago, Chile. 35 pp.
- VALLEJOS, R. 1992. *Efecto de Rhyacionia buoliana (Schiff.) en el crecimiento de plantaciones jóvenes de Pinus radiata D. Don. en la Décima región*. Tesis Ing. Forestal, Fac. de Cs. Forestales, Universidad Austral de Chile, Valdivia Chile, 75 pp.