

ARTICULOS

Indicadores poblacionales de *Rhyacionia buoliana* (Schiff.): relaciones entre infestación apical, grado de infestación y densidad poblacional*

Population indicators of *Rhyacionia buoliana* (Schiff.): relations between apical infestation, infestation degree and population density

SANDRA IDE M., DOLLY LANFRANCO L.

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

SUMMARY

The pine shoot moth, as an introduced species in Chile and with a specific association with the radiate pine, show different responses to the quality and amount of food resources and to environmental microclimatic conditions. In this paper some population indicators as apical infestation, infestation degree and density, are analyzed. Some relations between them are also determined, monitoring the interaction *Rhyacionia-Pinus* in two sites of a young plantation in the province of Valdivia, X Region of Chile.

The results corroborate former studies in the sense of protect young plantations (lesser than 4 years) and prove how the shoot number is a key factor, specially in young trees, conditioning the high rates of apical infestation even at low pest density.

Key words: *Rhyacionia buoliana*, apical infestation, infestation degree, density, pine shoot number.

RESUMEN

La polilla del brote del pino, como especie introducida y de asociación específica con pino insigne en Chile, ha mostrado respuestas diferentes tanto a la oferta y calidad del recurso como a las condiciones microclimáticas que el medio le ha impuesto. En este trabajo se analizan los siguientes indicadores poblacionales: infestación apical, grado de infestación y densidad poblacional, así como las relaciones entre ellos, producto del monitoreo de la interacción *Rhyacionia-Pinus* en una plantación joven de dos sitios, en la provincia de Valdivia, Décima Región. Se confirman resultados anteriores que señalan la necesidad de proteger las plantaciones menores de cuatro años y demuestra cómo el número reducido de brotes a edades tempranas de la plantación condiciona una alta probabilidad de ataque apical aún ante bajas densidades poblacionales.

Palabras claves: *Rhyacionia buoliana*, infestación apical, grado de infestación, densidad, número de brotes.

INTRODUCCION

La polilla del brote del pino (*Rhyacionia buoliana*) es un dañador de brotes, que aunque no provoca la muerte del árbol, infestaciones sucesivas a nivel apical provocan pérdidas en altura, diámetro y deformaciones fustales, principalmente en plantaciones jóvenes (Brewer *et al.*, 1968; Alvarez de Araya *et al.*, 1991; Vallejos, 1992; Lanfranco *et al.*, 1994). Numerosos estudios han señalado la importancia de proteger las plantacio-

nes jóvenes del ataque de este insecto (Lanfranco y Aguilar, 1989; Lanfranco *et al.*, 1991, 1992, 1994; Ide, 1992). Aun cuando la literatura extranjera considera a las plantaciones menores de 15 años como aquellas de mayor susceptibilidad, en Chile se comprobó que este período es más corto (entre 1 a 4 años), debido fundamentalmente al rápido crecimiento que exhibe *Pinus radiata* (Lanfranco *et al.*, 1991, 1994; Ide, 1992; Vallejos, 1992; Ide y Lanfranco, 1995).

Si bien es cierto que sólo en la Décima Región *R. buoliana* es considerada como especie-plaga, debido a los niveles de daño alcanzados en otras regiones del país, la situación es diferente, pues

* Proyecto CONAF/Empresas Forestales/UACH.

no se han alcanzado aún ni las altas densidades poblacionales ni las infestaciones apicales que definieron esta situación en esta región. Son entonces los estudios desarrollados en la Décima Región los que han dado las pautas para enfrentar a *R. buoliana* con criterio técnico. En este contexto es que este estudio tiene por objetivo principal analizar las relaciones que existen entre infestación apical, grado de infestación y densidad poblacional en dos sitios de la provincia de Valdivia.

METODOLOGIA

El estudio fue realizado en el predio Peleco, ubicado en la comuna de La Unión, Décima Región. La plantación del ensayo fue establecida en 1986 a una densidad de 1.600 árboles por hectárea. Un año después se instalaron 24 parcelas permanentes en dos índices de sitio (28 y 22). Cada sitio posee 12 parcelas de 0.1 ha de superficie y un promedio de 160 árboles cada una; las parcelas están separadas entre sí por franjas de aislación de 15 a 20 m. El diseño utilizado corresponde a uno de bloques completos al azar, en el cual cada sitio corresponde a un bloque con dos tratamientos (sin y con pesticida) y seis repeticiones. Durante siete años se monitoreó la acción de *R. buoliana* sobre la plantación, período en el cual se ha efectuado un seguimiento de la infestación apical, densidad poblacional y grado de infestación.

Cabe señalar que la infestación apical se obtuvo por medio de información recolectada en las parcelas, en tanto el grado de infestación y densidad poblacional por muestreos realizados en las franjas de aislación.

Los indicadores poblacionales se definen en este estudio de la siguiente forma:

Infestación apical: es el porcentaje de árboles con daño apical por unidad de superficie (hectárea, sitio, predio, etc.). Para determinarla se evalúa cada árbol, definiéndose por daño la presencia de síntomas como grumos de resina o clorosis a nivel de ápice, unidos a manifestaciones de la acción del insecto tales como roeduras, galerías, ápice quebrado, caído o curvado.

Grado de infestación: es el porcentaje de brotes dañados por árbol extrapolable también a una unidad de superficie. Se obtiene contando los brotes infestados y los sanos (censo). También se puede extraer una muestra, la que representa una propor-

ción del número total de brotes del árbol establecido mediante censo.

Densidad poblacional: es el número de larvas promedio por árbol. Se calcula contando el número de individuos vivos (larvas o pupas). Puede calcularse a nivel de estratos o del árbol completo y extrapolarse a la hectárea. Pueden usarse también muestras por estratos del árbol.

Son requisitos básicos para determinar los dos últimos indicadores:

1. Conocer el número de brotes (o yemas) por árbol a una determinada edad y sitio, para lo cual se realizan censos. En este caso, se censaron cuatro árboles en cada fecha de muestreo.

2. Realizar muestreos representativos de cada sitio. Se pueden hacer seguimientos mensuales, estacionales o en algún momento definido entre generaciones sucesivas. Para este estudio se usaron los muestreos de primavera y se trabajó con cuatro ramillas de la última temporada por estrato, en 25-30 árboles por ha. Para la extracción de las ramillas dentro de cada árbol se utilizó la metodología de Gargiullo y Beriford (1983), que consiste en dividir el árbol en estratos. En este caso el árbol se dividió en dos estratos, superior y medio, ya que el tercio inferior se encontraba seco. Como el muestreo es de tipo destructivo se realizó en las franjas de aislación entre parcelas.

Por último, con respecto a la infestación apical, se realizó un análisis de varianza para determinar si existen diferencias significativas entre sitios y tratamientos ($\alpha = 0.05$). Cuando se detectaron diferencias significativas, se aplicó el test de comparaciones múltiples de Duncan (Sokal y Rohlf, 1969).

RESULTADOS

Infestación apical y sitio. Cuando se produce un daño a nivel apical, éste se traduce en deformaciones fustales, junto a pérdidas en altura y diámetro (Brewer *et al.*, 1968; Vallejos, 1992; Lanfranco *et al.*, 1994), lo que repercute tanto en la calidad de la madera como en el rendimiento final de una plantación. Otro tanto ocurre con los ritmos de crecimiento entre árboles sanos y atacados, es así como se ha comprobado que un árbol dañado por *R. buoliana* crece a un ritmo menor (Lanfranco *et al.*, 1994). La figura 1 indica los porcentajes de infestación apical a nivel de sitio, señalando las variaciones año tras año, a través de siete años.

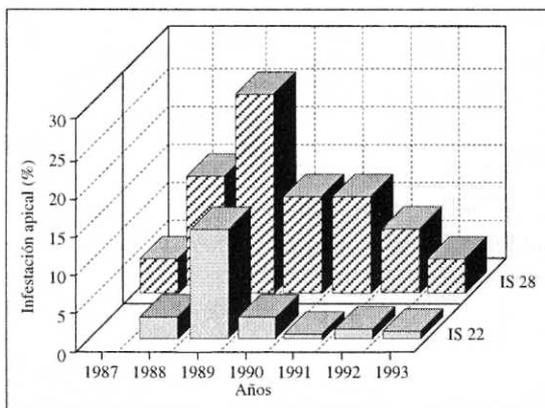


Figura 1. Infestación apical (%) por índice de sitio. Años 87-93.

Apical infestation (%) per site index. Period 87-93.

La plantación ubicada en el índice de sitio 28 ha sido la más afectada por la acción de *R. buoliana*, en tanto en Peleco IS 22, con la sola excepción de 1989, ha tenido valores inferiores al 5% y aun menores, especialmente los últimos tres años (91-93). En 1989, en ambos sitios, se produjo la mayor infestación apical con valores de 26.2% en el IS 28 y 14.2% en el IS 22, valores responsables de los primeros defectos fustales observados en el área.

Al comparar estadísticamente la infestación apical, entre sitios, se encontraron diferencias significativas ($F_T = 11.24 > F_c = 1.79$), por lo cual se aplicó el test de Duncan, el cual arrojó que sólo en los años 1989, 1991 y 1993 las diferencias no eran estadísticamente significativas.

Infestación apical en tratamientos sin y con pesticida. En la figura 2 (A y B) se señalan los porcentajes de infestación apical en los tratamientos sin y con pesticida según sitio.

En ambos sitios las mayores infestaciones apicales se han producido en el tratamiento sin pesticida, registrándose en 1989 el valor más alto (51.4% en el IS 28 y 27.7% en el IS 22). Al comparar ambos sitios se observa que históricamente en el IS 28 se han producido los mayores registros, independientemente del tratamiento.

Al analizar la infestación apical ocurrida en el IS 28 (fig. 2A) se advierte que con el uso de pesticida se ha logrado mantener niveles bajos de infestación apical, presentándose en el año 1993 el menor registro (1.0%). El análisis de varianza arrojó que las diferencias en infestación apical entre ambos tratamientos eran altamente significativas ($F_T = 10.84 > F_c = 1.84$), en tanto al aplicar el test de Duncan se determinó que en los años 1987,

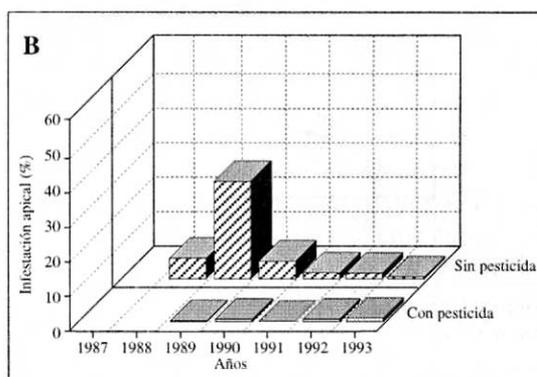
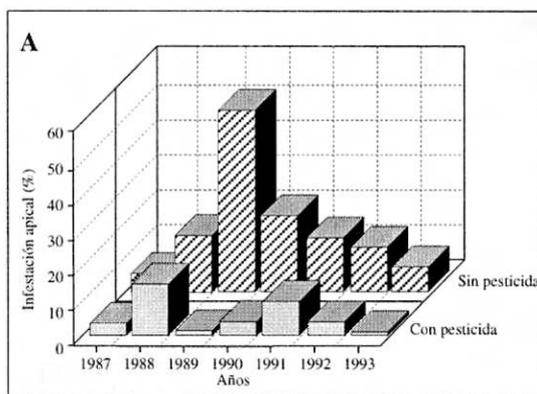


Figura 2. Infestación apical (%) por tratamiento A: IS 28, B: IS 22.

Apical infestation (%) per treatment.

1989, 1990, 1992 y 1993 las diferencias eran estadísticamente significativas.

En el IS 22 (fig. 2B) ocurrió lo mismo, es decir, los niveles de infestación apical son mucho más bajos en el tratamiento con pesticida, los que durante los siete años alcanzaron valores bajo el 2.0% y al realizar el análisis de varianza también se encontró que las diferencias en infestación apical entre tratamientos eran altamente significativas ($F_T = 23.47 > F_c = 1.84$). Con el test de Duncan se pudo determinar que en los años 1989, 1990, 1991, 1992 y 1993 eran donde se presentaban las diferencias, observándose una mayor frecuencia de árboles infestados en el tratamiento sin pesticida.

Respecto a los tratamientos sin pesticida, en ambos sitios, resalta el hecho de que los mayores niveles de infestación apical se produjeron durante 1989, cuando las plantaciones tenían 3 años de edad, lo que influyó notablemente en los defectos fustales que se registraron posteriormente.

Relaciones entre los diferentes indicadores de población y la oferta de brotes. En los años

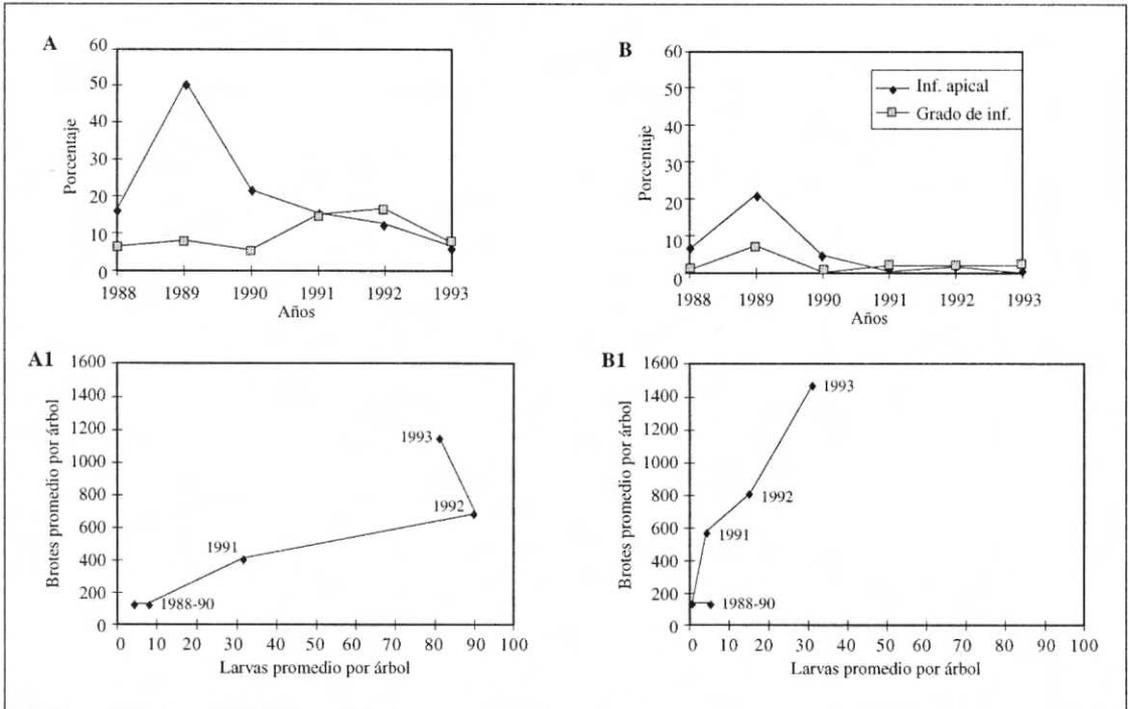


Figura 3. Infestación apical en relación al grado de infestación. A: IS 28, B: IS 22 y larvas vivas-oferta de brotes (promedio por árbol) A1: IS 28, B1: IS 22.

Relation between apical infestation and infestation degree. Larvae number/shoots offering (mean per tree).

evaluados se han producido fluctuaciones en el grado de infestación producto de factores que han modificado el tamaño poblacional y que han provocado mayor o menor ataque a nivel apical. Un aspecto importante es poder determinar la relación existente entre el grado de infestación/infestación apical (%) y la densidad poblacional-oferta de brotes (promedio por árbol) (fig. 3A y B).

En ambos sitios se puede observar una relación directa entre el grado de infestación y la infestación apical entre los años 1988-1990, que corresponde a los 5 primeros años de la plantación (fig. 3A y B). Esta es una etapa que coincide con una baja oferta de brotes por árbol, pero curiosamente también con un menor registro histórico de larva/árbol en los dos sitios. Como consecuencia de lo anteriormente señalado se producen, especialmente en 1989, los mayores porcentajes de infestación apical (51.4% en el IS 28 y 27.7% en el IS 22). Sin embargo, y a partir de 1991 esta situación se revierte y a pesar de observarse mayores grados de infestación y también mayores densidades poblacionales, la infestación apical se reduce.

DISCUSION

Antecedentes generales. Como la polilla del brote del pino cumple gran parte de su ciclo de desarrollo dentro de las yemas o brotes de los pinos (sólo adultos, huevos, larvas de los dos primeros estadios y larvas migrantes están expuestos, es decir, unos dos meses del total del ciclo anual) hay una gran dependencia entre la disponibilidad de brotes ya sea en cantidad o en calidad y el número de individuos.

Esto tiene un componente espacial, pero también temporal. Así una cosa es la oferta de brotes o yemas de un árbol o de un conjunto de árboles a una edad dada, en un sitio determinado y según la etapa fenológica de la planta, y otra muy distinta es la proyección en el tiempo de esta oferta ante densidades frecuentemente crecientes de la polilla.

Por otra parte, en la provincia de Valdivia se ha observado periódicamente la influencia del hongo *Dothistroma septospora* sobre las plantaciones de pino, en que se reduce drásticamente el número de brotes disponibles para *R. buoliana*, especialmente en los estratos inferior y medio del árbol. Esto

hace que la polilla tienda a concentrarse en los brotes no afectados del estrato medio y superior. Durante varios años se ha postulado que los altos índices de infestación apical en plantaciones menores de 4 años se han producido por la aún escasa oferta general de brotes de los árboles a esa edad, que aumenta la probabilidad de que el ápice sea atacado más que por las densidades de polilla registradas. La información que generó este estudio confirma tal situación.

Algunas consideraciones acerca de los cambios poblacionales. Años atrás algunos autores como Eglitis (1974) y Schroeder (1986) señalaron que los sitios de baja calidad serían los más afectados por *R. buoliana*. Sin embargo, este estudio ha demostrado lo contrario, pues ha sido el sitio de mejor calidad el que se ha visto más afectado. La explicación a estas diferencias entre sitios se basa principalmente en los factores del clima que inciden en la calidad del alimento *P. radiata*. En el sitio de baja calidad (IS 22) el follaje es más coriáceo y los brotes son más pequeños, haciendo de esta manera que el alimento sea menos palatable para *R. buoliana*. En tanto, en el sitio de mejor calidad (IS 28), debido a mejores condiciones microclimáticas, los brotes se desarrollan mejor y son más suculentos, permitiendo un mejor desarrollo del insecto. Aunque es preciso indicar que no hay diferencias entre los suelos de ambos sitios y sus nutrientes, como tampoco en la calidad inicial de las plantas que provenían del mismo vivero (Lanfranco *et al.*, 1993), sí las hay en cuanto a calidad de sitio.

Al analizar lo sucedido con la aplicación de pesticida se observa que su uso es un efectivo medio de modificar el tamaño poblacional de *R. buoliana* y, por ende, ayudar a disminuir la presión de ésta sobre el ápice. Lo confirman los bajos valores observados en ese tratamiento. No obstante, no es conveniente aplicar pesticidas todos los años, como se ha realizado en las parcelas en estudio, pues, primero, no resulta económicamente rentable, segundo, se ha comprobado que las parcelas con pesticida tienen un ritmo de crecimiento menor tanto en diámetro como en altura (Lanfranco *et al.*, 1994) y, tercero, no se sabe nada acerca del efecto de los pesticidas en el sistema. Por ello es importante señalar que es recomendable proteger al ápice en el período en que éste es más susceptible, es decir, los primeros 4 a 5 años de edad. Después de esta edad, aunque la densidad poblacional aumente, los árboles habrán alcanza-

do una altura tal en que habrá una mayor oferta de brotes y el ápice tendrá una menor probabilidad de ser atacado.

Relaciones entre los indicadores poblacionales y la oferta de brotes. El grado de infestación es otro indicador de población que permite analizar la presión ejercida por *R. buoliana* sobre el recurso (*Pinus radiata*) en el tiempo, y por otro lado, otorga un valor indirecto de la densidad de *R. buoliana*. Si esto se relaciona con la infestación apical se puede determinar si existe una relación entre ellos. De este estudio se desprende que hasta la edad de cuatro a cinco años existe una relación directa entre ambos parámetros, luego de esa edad esta relación se pierde. Es así, como ambos sitios, en 1993, aunque el grado de infestación y la densidad poblacional aumentaron, la infestación apical no fue mayor debido principalmente a que a la edad de seis años existe una mayor oferta de brotes, que puede soportar una mayor densidad poblacional, lo que disminuye la probabilidad de un nuevo ataque a nivel apical. Se debe recordar que el ápice es un brote más dentro del árbol y que el insecto no muestra preferencia por éste. En tanto, cuando una plantación tiene entre tres a cuatro años hay una menor oferta general de brotes y el ápice tiene una mayor probabilidad de ser atacado, aunque la densidad poblacional sea baja. De lo anteriormente señalado se concluye que existe una mayor probabilidad de ataque apical a edades menores (inferiores a cuatro-cinco años); sin embargo, es preciso indicar que los resultados de la acción de *R. buoliana* pueden ser muy diferentes cuando ésta llega a una edad más avanzada de la plantación. Es decir, una mayor densidad poblacional no necesariamente indica una alta infestación apical, sino que entra en juego la edad de las plantaciones y por ende la oferta de brotes, así a cortas edades no es necesario que exista una alta densidad poblacional para que se produzca una alta tasa de infestación apical. También es importante señalar que se ha considerado la infestación apical anual y no el efecto sumatorio de infestaciones apicales sucesivas, lo que será abordado en otro trabajo.

BIBLIOGRAFIA

- ALVAREZ DE ARAYA, G., O. RAMIREZ, P. PARRA, O. PUENTES. 1991. Evaluación de las pérdidas de volumen aprovechable debido al daño, causado por la polilla del brote (*Rhyacionia buoliana* Den. et Schiff.) en plantaciones

- de pino insigne (*Pinus radiata* D. Don). Serie Técnica, Ministerio de Agricultura, Corporación Nacional Forestal, Santiago, Chile, 22 pp.
- 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.
- EGLITIS, A. 1974. Susceptibilidad de los Pinos a la Polilla del Brote *Rhyacionia buoliana* (Schiff.) (*Lepidoptera: Olethreutidae*): Análisis agrometeorológico en Argentina y Chile. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile, Santiago, Chile, 70 pp. (mimeografiado).
- GARGIULLO, P., W. BERIFORD. 1983. "Life Tables for the Nantucket Pine Tip Moth, *Rhyacionia frustrana* (Comstock) and the Pitch Pine Tip Moth, *Rhyacionia rigidana* (Fernand) (Lepidoptera: Tortricidae)", *Environ. Entomol.* 12: 1391-1402.
- 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.
- IDE, S., D. LANFRANCO. 1994. "Fluctuaciones poblacionales de *Rhyacionia buoliana* en una plantación de *Pinus radiata* en la X Región", *Bosque* 15 (2) (en prensa).
- LANFRANCO, D., A. AGUILAR. 1989. 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° 154, 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, 48 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 final de convenio N° 211, Serie Técnica, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile, 53 pp.
- LANFRANCO, D., S. IDE, R. ALZAMORA, P. 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, Chile, 49 pp.
- 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.
- SOKAL, R., J. ROHLF. 1969. *Biometría. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica*. H. Blume Ediciones, Madrid, España, 832 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.