

NOTAS

Detección de superparasitismo y multiparasitismo sobre larvas de *Rhyacionia buoliana* (Lepidoptera-Tortricidae) en las Regiones VIII y IX de Chile

Superparasitism and multiparasitism detection on *Rhyacionia buoliana* (Lepidoptera-Tortricidae) larvae in the VIII and IX Regions in Chile

Sandra Ide^a, Dolly Lanfranco^{b*}, Cecilia Ruiz^b

^aAvenida Einstein 1088, Santiago, Chile.

*Autor de correspondencia: ^bUniversidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales, Instituto de Silvicultura, Valdivia, Chile, Tel.: 56-63-221188, dlanfran@uach.cl.

SUMMARY

During 2000 and 2001 a sampling period in five forest localities of the Bio-Bio (VIII Region) and Malleco provinces (IX Region) of Chile was carried out. Population density of the pine shoot moth *Rhyacionia buoliana* was determined with a fluctuation between 19 and 207 mean number of larvae per tree in the first year of evaluation and 6.4 to 137 during 2001. The parasitism over larvae by *Orgilus obscurator* varied between 50% and 80% during the year 2000 and 57% and 96% in the second year. Superparasitism by *O. obscurator* and multiparasitism by *Venturia* sp. (Hym.: Ichneumonidae) were detected during both years of parasitism evaluation. Although the data do not reveal that the parasitism of *O. obscurator* is interfered by other agents; this approach can be changed by new detected native and introduced biocontrollers as it is discussed. To evaluate periodically the program using the same methodology is a good practice for monitoring the control of the pine shoot moth implemented in Chile since 1987.

Key words: parasitism, *Orgilus obscurator*, *Rhyacionia buoliana*.

RESUMEN

Cinco predios en las provincias de Bío-Bío (VIII Región) y Malleco (IX Región) fueron muestreados, en los años 2000 y 2001, para establecer los niveles de parasitismo por *Orgilus obscurator* en *Rhyacionia buoliana*. Se determinó que la densidad poblacional de *R. buoliana* fluctuó entre 19 y 207 larvas promedio por árbol en el primer año de evaluación, y entre 6,4 y 137 en el año 2001. El parasitismo por *O. obscurator* fluctuó entre 50 y 88% (año 2000) y entre 57 y 96% en el segundo año, lo que indica un avance de los niveles del control biológico. En los dos años de evaluación se detectó superparasitismo por *O. obscurator* y multiparasitismo por *Venturia* sp. (Hym.: Ichneumonidae). Ello con la disección de las larvas recolectadas en ambas regiones. Aún cuando las cifras que derivan de este estudio sobre la interferencia en el parasitismo con *O. obscurator* no son preocupantes, nuevos biocontroladores tanto nativos como introducidos, ya detectados, pueden cambiar este escenario, lo que se discute. De allí la importancia de evaluar periódicamente y con la misma metodología el programa de control de la polilla del brote del pino implementado en Chile ya en el año 1987.

Palabras clave: parasitismo, *Orgilus obscurator*, *Rhyacionia buoliana*.

INTRODUCCIÓN

La introducción de *Rhyacionia buoliana* (Lep.: Tortricidae) a Chile significó un gran desafío para el sector forestal, puesto que fue la primera vez que un insecto se convertía en plaga para el recurso pino (*Pinus radiata* D. Don). Ello obligó a considerar variadas opciones de con-

trol, optándose finalmente por el control biológico como herramienta principal en el combate contra la plaga. En 1987 se introdujo desde Europa a *Orgilus obscurator* (Hym.: Braconidae), parasitoide específico de *R. buoliana*. Instituciones como el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Controladora de Plagas Forestales S.A. (CPF) y más tar-

de el Centro de Semillas, Genética e Investigaciones Forestales de la Corporación Nacional Forestal (CONAF) en Chillán generaron una estrategia de crianza masiva del parasitoide *Orgilus* junto a una técnica de implantes de larvas parasitadas en laboratorio con esta especie, lo que ha tenido un gran éxito, particularmente en las Regiones VIII y IX. Las empresas forestales chilenas enfrentaron las altas densidades poblacionales alcanzadas por esta especie utilizando una estrategia de tácticas combinadas a través del uso de productos químicos en los primeros años de la plantación, para bajar densidades poblacionales y luego introducir el parasitoide en el ambiente¹. Además se implementaron algunas medidas silviculturales como control mecánico de brotes infestados, podas de corrección de forma y el establecimiento de plantas mejoradas y destinadas a sitios adecuados. En la actualidad se cuenta con miles de puntos de implante de larvas parasitadas donde se ha establecido el control biológico en múltiples predios de empresas forestales. Otro tanto ha realizado la Corporación Nacional Forestal (CONAF), institución que ha prestado asesoría, entregando material biológico (larvas parasitadas de *R. buoliana* y adultos de *O. obscurator*) a pequeños y medianos propietarios, quienes emplean principalmente el control biológico para combatir a *R. buoliana* (Gesell 2000).

Algunos de los argumentos esgrimidos al realizar la selección de *O. obscurator*, para ser usado como herramienta en el control de *R. buoliana* en Chile, fue su alta especificidad, ausencia de competidores y enemigos naturales, que eventualmente pudieran afectar su accionar. Arthur y Juillet (1961) realizaron una evaluación del uso de parasitoides introducidos en Canadá y determinaron que *O. obscurator* era el parasitoide más abundante y más ampliamente distribuido en esa región. Sin embargo, informaron que cuando se presentaban casos de multiparasitismo la larva de *O. obscurator* era invariablemente suprimida. Arthur *et al.* (1964) observaron multiparasitismo entre *O. obscurator* y *Temelucha interruptor* (Grav.) (Hym.: Ichneumonidae) en larvas de *R. buoliana*, sin detectar ningún caso de superparasitismo por *O. obscurator* en cerca de 3.000 larvas disectadas. Estos autores sugieren que las hembras de *O. obscurator* marcan sus sitios de búsqueda y oviposición con feromonas, lo cual impediría que se produjera un superparasitismo.

En Chile ya se ha detectado tanto superparasitismo como multiparasitismo (*Venturia sp.*) en larvas de *R. buoliana* parasitadas por *O. obscurator*, colectadas en la zona central del país (Región del Bío-Bío). Sin embargo, en una primera evaluación, el nivel alcanzado fue muy bajo, sólo un 1,1% (INIA/SAG 1994). *Venturia sp.* ha continuado apareciendo especialmente en predios de

esa zona, pero hasta la fecha no se tiene ningún antecedente biológico sobre la especie involucrada y su interacción con *O. obscurator*. Por otra parte, nada se ha publicado sobre la detección, principalmente hasta ahora en la IX Región, de un nuevo Ichneumonidae del género *Pristomerus* que se le ha encontrado con alguna frecuencia al disectar larvas. Se trataría de una especie nativa o de una especie también presente en Argentina y que no ha sido identificada. A otro agente, *Perilampus tristis* (Hym.: Perilampidae), parasitoide e hiperparasitoide introducido y detectado solamente en diciembre del 2005 en crías de *O. obscurator*, bajo condiciones de laboratorio por la Controladora de Plagas Forestales S.A. (CPF), se le está haciendo una evaluación en terreno para así saber de su grado de interferencia con el control biológico.

Hasta la fecha ningún otro agente plaga ha tenido el impacto de la polilla del brote del pino en Chile, lo que ha estado marcado por la magnitud y monoespecificidad del recurso *P. radiata* y la susceptibilidad de esta especie, en todas las edades, tipos de suelo y clima a este dañador de brotes que causa malformaciones a veces irreversibles. Ante la preocupación del país por lo que está ocurriendo tras 21 años de la detección de la plaga, se presenta este estudio que evalúa la eficiencia del parasitismo y discute las interacciones detectadas en nuevos escenarios, con un aumento de los agentes en acción.

Dentro de este contexto se planteó como objetivo general de este estudio detectar y evaluar superparasitismo y multiparasitismo en larvas de *R. buoliana*. Para llevar a cabo lo anterior se plantearon los siguientes objetivos específicos: determinar la densidad poblacional de *R. buoliana*, el parasitismo por *O. obscurator* y determinar algunos aspectos biológicos y ecológicos, tanto de esta especie de parasitoide como de otras que están participando en el control de la polilla del brote del pino.

MÉTODOS

Se evaluaron cinco predios, cuatro en la provincia de Bío-Bío (zona de Los Angeles): La Perla, ubicado en zona de arenales y con una edad de plantación de cuatro años; Picolthué (cuatro años de edad); La Suerte (tres años); y Quilamalvén, con siete años de edad, ubicados en zonas de suelo rojo-arcilloso. En tanto, en la provincia de Malleco (zona de Collipulli) se visitó un predio, Pan Grande, con una plantación establecida de seis años, en suelos rojo-arcillosos. Todos estos predios pertenecen a Forestal Mininco S.A.

Modalidad de muestreo. En cada punto seleccionado, entre mayo y julio de 2000 y julio de 2001, se realizaron muestreos para determinar la densidad poblacional de *R. buoliana* y niveles de parasitismo alcanzados por *O. obscurator*.

¹ Marcelo Donoso, Forestal Mininco S. A. Los Angeles, marcelo.donoso@forestal.cmpc.cl, comunicación personal.

Densidad poblacional. En cinco árboles por predio se extrajeron cuatro ramillas por estrato en las que se contaron los brotes (o yemas) de cada una, el número de ellos infestados y el número de larvas vivas. Los árboles se dividieron en dos o tres estratos dependiendo de la altura que presentaban, lo que permitió obtener una muestra representativa a nivel de árbol siguiendo el protocolo establecido por Lanfranco e Ide (1998). Los árboles se dividieron en dos estratos en el predio La Perla, La Suerte, Pan Grande y Quilamalvén, y en tres estratos en Picolthué. También se realizó, en cada predio, el censo de todos los brotes y/o yemas de un árbol representativo de la plantación, con el fin de obtener el número de brotes presentes en un árbol y por estratos de este árbol en cada situación de estudio. En la determinación de la densidad poblacional se utilizaron las siguientes variables: número total de brotes muestreados por estrato (N), número total de larvas vivas (L), número total de brotes por estrato, obtenido por censo (C), y número de árboles muestreados (n). Para el cálculo de densidad poblacional (D) se utilizó la expresión [1]:

$$D = \frac{C \times L / n}{N / n} \quad [1]$$

Parasitismo. Para evaluar los niveles de parasitismo, superparasitismo y eventualmente multiparasitismo se procedió a disectar 100 larvas de *R. buoliana* en cada predio, material que fue extraído de un total de aproximadamente 130 brotes infestados en cada localidad. Las larvas extraídas en cada muestra se fijaron en alcohol etílico al 70%, debidamente rotuladas. La disección permite detectar la presencia de los estados inmaduros de los parasitoides.

El nivel de parasitismo es la razón entre el número de larvas parasitadas por *O. obscurator* y el número total de larvas de *R. buoliana* disectadas. En tanto, el nivel de superparasitismo y multiparasitismo se calculó en base al número de larvas de *R. buoliana* parasitadas por *O. obscurator*, el número de larvas de *O. obscurator* por larva de *R. buoliana* y la presencia y número de larvas de otros parasitoides en las larvas de *R. buoliana*.

Determinación de nuevas especies. Con el fin de determinar si otras especies estaban parasitando larvas de *R. buoliana*, se realizaron crianzas en laboratorio. Para ello, en septiembre del año 2000 se colectaron 100 larvas de *R. buoliana* (estadio L3) en el predio La Perla, las que fueron mantenidas con alimento natural (brotes frescos) hasta obtener los adultos. Posteriormente, se analizaron los datos y con la ayuda de claves taxonómicas se realizó la identificación de las especies que se detectaron por primera vez.

RESULTADOS

Las densidades poblacionales de *R. buoliana* fueron superiores a 20 larvas promedio por árbol, con la sola excepción del predio Picolthué que en ambos años presentó una cifra menor (19,3 larvas el 2000 y 6,4 larvas el 2001). Por el contrario, en el año 2000, La Perla registró 207 larvas y Pan Grande 137 larvas en el año 2001, que fueron las densidades más altas registradas en los predios muestreados. En cuatro predios se pudo observar una baja poblacional en el segundo año de evaluación (Picolthué, Quilamalvén, La Perla y La Suerte) y tan solo en el predio Pan Grande se produjo un aumento de la densidad. Se infiere que estas variaciones serían el resultado de la influencia del parasitismo.

Parasitismo. Con relación a los niveles de parasitismo, en el año 2000 no se observa una gran diferencia entre los predios, presentándose valores superiores al 50%, aunque con densidades poblacionales de *R. buoliana* muy variables (por ejemplo 19, 40, 53, 67, 207 larvas promedio por árbol). En tanto, en el año 2001 los niveles de parasitismo fueron siempre superiores a los observados en el año anterior y las densidades de las poblaciones fueron inferiores a las obtenidas durante el 2000 (6, 29, 33, 34), salvo en Pan Grande, donde los árboles presentaron un promedio de 137 larvas por árbol.

Al relacionar el parasitismo con la densidad poblacional de *R. buoliana* se pudo observar que en el año 2000 el predio La Perla presentaba una alta densidad poblacional (207 larvas promedio/árbol) asociado a un valor de parasitismo moderado (52%), pero al año siguiente la densidad bajó fuertemente (34,2 larvas promedio/árbol) y se produjo un incremento de casi un 100% en el nivel de parasitismo (96,7%). Similar situación presentaron los predios La Suerte, Picolthué y Quilamalvén. En tanto, Pan Grande, predio que presentaba una densidad poblacional de 40,4 larvas promedio/árbol, aumentó su densidad al triple (137 larvas promedio/árbol), a pesar de que en el año 2000 se detectó un 69% de larvas parasitadas, lo cual está indicando que no basta que un 69% de la población sea eliminada para que al año siguiente el remanente de la población sea capaz de incrementar considerablemente su densidad (Lanfranco *et al.* 1998) (figura 1).

Superparasitismo. En ambos años de evaluación y en todos los predios se detectó superparasitismo, independientemente de la densidad poblacional alcanzada por *R. buoliana*. Esta estrategia fue mencionada por Cisternas (1996), sin entregar cifras, señalando además que los valores de superparasitismo no serían de gran importancia, ni tendrían un efecto muy importante en la población de *O. obscurator*. En este estudio, el superparasitismo por *O. obscurator* en el año 2000 fluctuó entre un 6% y un 12,7%, en tanto en el año 2001 estos niveles aumentaron, observándose entre un 6,8% y un 27,6% (cuadro 1).

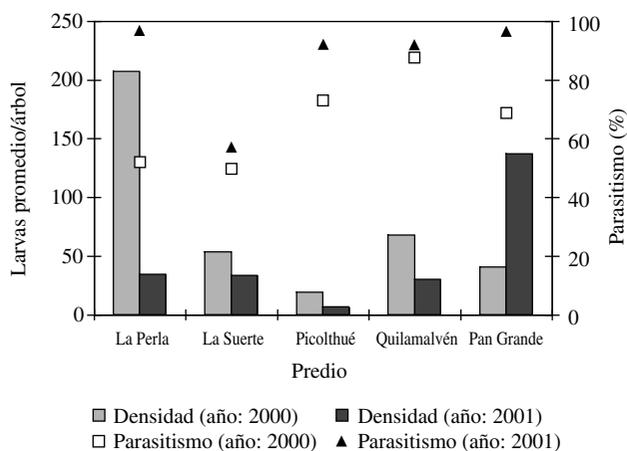


Figura 1. Relación densidad poblacional de *R. buoliana* (larvas promedio por árbol) y niveles de parasitismo (%), por predio y año.

Population density of *R. buoliana* (mean larvae per tree) and levels of parasitism (%) per locality and year.

Adicionalmente, las disecciones también revelaron que una especie del género *Venturia*, otro parasitoide encontrado en las larvas de polilla del brote junto con *O. obscurator*, puede multiparasitar y también superparasitar, ya que se han encontrado hasta tres larvas conviviendo juntas. Esto no ha sido comunicado con anterioridad en Chile. También la bibliografía menciona que cuando hay más de un ejemplar del género *Venturia*, sólo uno llega a ser adulto.

Multiparasitismo. En el primer año de evaluación de este estudio, el multiparasitismo, es decir que larvas ya parasitadas por *O. obscurator* también tenían *Venturia sp.*, varió entre un 7,5% y un 28,2% en la evaluación del año 2000. El valor más alto se presentó en Quilamalvén, pre-

dio que tenía también el nivel más alto de parasitismo (88%) en el mismo año. En el año 2001, en cuatro de los cinco predios evaluados se observó un aumento del nivel de multiparasitismo, y el predio La Perla fue el que presentó el valor más elevado, con un 69,3% de las larvas parasitadas por *O. obscurator* en que también estaba presente *Venturia sp.* y donde siempre emerge *Venturia*.

En las disecciones se encontró desde larvas parasitadas con un *O. obscurator* y uno o dos ejemplares de *Venturia sp.*, con un máximo de cinco larvas de *O. obscurator* y tres de *Venturia sp.* Aunque las larvas parasitadas siempre mueren, se requiere de un estudio más específico para saber si en estos casos el o los parasitoides adultos que emergen son de uno u otro género. Por ejemplo, de 91 larvas disectadas en el predio La Perla en 2001, 21 (23%) estaban parasitadas sólo por *O. obscurator*; 60 (66%) tenían *O. obscurator* y *Venturia sp.*; una sola larva tenía sólo *Venturia sp.* (1%) y nueve de ellas (10%) no estaban parasitadas.

Crianza de larvas en laboratorio. Finalmente en crianzas de laboratorio se obtuvo la emergencia de tres parasitoides, y no de uno como se esperaba. Dos de ellos pertenecen a la familia *Ichneumonidae* (Hymenoptera): una especie del género *Venturia sp.* (de la que ya se informó) y la otra del género *Pristomerus*. En total emergieron nueve adultos de *Venturia sp.* (ocho hembras y un macho) y sólo un adulto de la otra especie (un macho). Ambas especies son endoparasitoides koinobiontes (Gauld y Hanson 1995a). Estos parasitoides emergen de las larvas de polilla y proceden a formar un capullo externo, es decir, pupan externamente. En ambas especies el periodo de pupación varió de 14 a 20 días y en promedio ambas especies emergen unos 10 días antes que *O. obscurator*, aunque esto fue observado solamente en condiciones de laboratorio (Lanfranco *et al.* 2002).

Cuadro 1. Densidades poblacionales y niveles y tipos de parasitismo en cinco predios forestales de las Regiones VIII y IX de Chile (años 2000 y 2001).

Population densities and levels and types of parasitism in five localities of the VIII and IX regions of Chile (2000 and 2001).

Predio	Densidad poblacional ¹		Parasitismo ² (%)		Superparasitismo ³ (%)		Multiparasitismo ⁴ (%)	
	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001
Quilamalvén	67,5	29,7	88,0	91,5	12,7	16,6	28,2	29,6
Picolthué	19,3	6,4	73,0	92,0	8,0	23,9	26,0	47,8
Pan Grande	40,4	137,0	69,0	96,6	11,4	27,6	19,1	15,5
La Perla	207,0	34,2	52,0	96,7	17,0	6,8	14,0	69,3
La Suerte	53,5	33,4	51,0	57,1	6,0	13,6	7,5	11,4

¹ Promedio de larvas por árbol.

² Total: *Orgilus obscurator*, *Venturia sp.* y otro.

³ *Orgilus obscurator* y *O. obscurator* más *Venturia sp.*

⁴ *Venturia sp.* y *O. obscurator*.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El éxito o el fracaso de una estrategia de control en el sector forestal depende hoy en día en que se prioriza el control biológico, no solamente de las características del recurso forestal que se quiera proteger, sino, en gran medida, de la adecuada selección de los organismos biocontroladores que colaboren en el control de la plaga (Ide 1999). En este contexto la polilla del brote del pino representó para Chile una problemática nueva, de proyecciones inciertas, puesto que se dio la condición de un recurso forestal introducido en gran magnitud y de amplia distribución; un agente plaga introducido y ante el cual *P. radiata* es muy susceptible, y un agente de control introducido, específico, y en el cual se centró el control de la polilla. En el mundo, situaciones de la magnitud que se observaron en Chile, con estos tres agentes y los niveles de daño registrados, no se han dado y en este sentido este problema representa un caso único. Con todo, la selección del biocontrolador fue adecuada y oportuna. La variabilidad climática en toda el área de distribución del pino influyó poco en la adaptación de la polilla, en tanto ha sido más compleja en la del parasitoide, que tras casi 20 años de introducción no ha logrado en todas las situaciones ejercer un grado de control que permita decir con absoluta claridad que la especie está controlada en Chile. Las razones son múltiples, algunas de las cuales tienen que ver con la toma de decisiones (fundamentación, oportunidad, evaluación continua) y otras, quizás las menos, atribuibles a la capacidad del parasitoide introducido en un medio complejo y sometido a manipulaciones humanas por tanto tiempo y con escaso cuidado de sus peculiares condiciones específicas.

Parece entonces relevante hacer un análisis de la situación hoy ante lo que se ha denominado “nuevos escenarios”. El reconocer cuándo una especie está parasitada (por individuos de la misma especie o de otra especie) se basa en que las hembras son capaces de detectar sustancias de marcaje colocadas en o sobre el hospedero (Van Lenteren y Bakker 1975, Van Lenteren *et al.* 1978, Waage y Hassell 1982, Waage 1986, Van Alphen y Visser 1990, Mackauer 1990, Godfray 1994, Gauld y Hanson 1995a y b, Quicke 1997). Los estudios llevados a cabo en *O. obscurator* por Arthur *et al.* (1964) han señalado que el parasitoide puede discriminar si una larva de *R. buoliana* está o no parasitada. De hecho, éste fue uno de los aspectos que se tomó en consideración para apoyar la introducción de este parasitoide al país para el control de *R. buoliana*. A igual conclusión llegó Schroeder (1974), señalando que los niveles detectados de superparasitismo estarían dentro de los niveles normales. Este autor informa de un 3,3% de superparasitismo de un total de 514 larvas parasitadas, cifra muy inferior a las detectadas en este estudio.

Existen varias razones por las que una especie puede superparasitar: por ejemplo, si existe la probabilidad de

que el primer huevo sea o pudiera ser inviable, entonces la oviposición de un segundo huevo por la misma hembra aumenta la probabilidad de que al menos uno pueda sobrevivir. Al mismo tiempo, la presencia de más de un huevo en el hospedero puede ayudar a vencer el sistema inmunológico de éste. Pero contra ese posible beneficio podría haber desventajas, ya que existe el riesgo de que las dos larvas sean eliminadas cuando el tamaño del hospedero permita el desarrollo sólo de un parasitoide. Por último, la progenie de una hembra superparasitada está normalmente en desventaja en relación a su sobrevivencia, cantidad y calidad de su progenie y otras adaptaciones biológicas, tal como lo han documentado investigadores como Waage (1986), Van Alphen y Visser (1990), Godfray (1994) y Quicke (1997).

En parasitoides solitarios, como *O. obscurator*, donde se observa este comportamiento, la segunda larva es frecuentemente eliminada por competencia directa. Las larvas de muchos parasitoides tienen grandes mandíbulas, las cuales usan para atacar a otras larvas en el hospedero. Los primeros estadios larvales de *O. obscurator* se caracterizan justamente por presentar grandes mandíbulas, las cuales pueden utilizar en una situación de competencia directa, especialmente en las etapas críticas del desarrollo, cuando el espacio y el alimento constituyen factores claves para llegar al estado de imago. En este estudio se detectaron hasta cuatro larvas de *O. obscurator* en una misma larva de *R. buoliana* y generalmente una se veía en buen estado y las restantes estaban en proceso de desintegración, revelando que en una larva de *R. buoliana* superparasitada sólo un individuo es capaz de sobrevivir. Algunos autores (Van Lenteren *et al.* 1978, Mackauer 1990, Godfray 1994, Quicke 1997) mencionan que ante una baja densidad de población de una plaga, aumenta la probabilidad de que un parasitoide se encuentre con una larva ya parasitada; en tal caso, el parasitoide se enfrentará a la decisión de superparasitar o dejar el área, en busca de otra que contenga individuos no parasitados. Sin embargo, en este estudio se detectó superparasitismo también en zonas de alta densidad poblacional, como es el caso del predio La Perla. En éste, *R. buoliana* presentaba una densidad poblacional de 207 larvas promedio por árbol, de las que el 52% estaban parasitadas y un 17% estaban superparasitadas en el primer año de evaluación, y un 6,8% en el segundo año. A pesar de que a la fecha los niveles de superparasitismo podrían parecer poco importantes, o aislados, sólo estudios que impliquen un monitoreo continuo de la plaga y sus biocontroladores podrían dar una explicación fundamentada sobre este tema y que permita interpretar los resultados obtenidos.

Lanfranco *et al.* (1996) también detectaron superparasitismo por *O. obscurator*, pero tampoco se consideró de importancia, ya que apareció sólo en uno de los 50 puntos muestreados en cinco Regiones de Chile (VI a VII Regiones). Van Alphen y Visser (1990) y Visser *et al.* (1992) señalan que evitar el superparasitismo es posi-

ble sólo cuando un hospedero parasitado es reconocido como ya parasitado por hembras de la misma especie de parasitoide. Esto como una estrategia de la especie, que en todo caso no está ocurriendo siempre en Chile. Por ello es que se puede afirmar que con frecuencia las disecciones revelan la presencia de dos y hasta cinco *O. obscurator* por larva. Pero tan solo un individuo emerge como adulto. Esto a no dudar tiene implicancias en el futuro del parasitoide.

Por otra parte, Schroeder (1974) indicó que otra interacción, esta vez entre parasitoides de distintas especies, lo que se denomina multiparasitismo, entre parasitoides de larvas de *R. buoliana*, es un fenómeno común, debido a que la mayoría de los parasitoides asociados a esta especie atacan el segundo estadio larval. Sin embargo, en Chile se pensó que no se iba a presentar este comportamiento, ya que cuando se introdujo *O. obscurator* al país éste no tenía otros competidores por el recurso polilla, que era obviamente un recurso nuevo en el ambiente.

Ramos² detectó la presencia de un parasitoide en larvas de *R. buoliana* ya parasitadas por *O. obscurator*, colectadas en La Unión (X Región), en la zona de Malleco (IX Región) y en Bío-Bío (VIII Región), cuyos niveles de multiparasitismo variaron entre uno y 21%. El parasitoide fue enviado al Centro Regional de Recolección y Diagnóstico de la Universidad Austral de Chile, donde se determinó que se trataba de una especie perteneciente al género *Venturia* (Hym.: Ichneumonidae), la misma especie que fue detectada en este estudio y que no ha sido identificada hasta la fecha. Este género es cosmopolita, pero la región neotropical es una de las áreas biogeográficas donde exhibe la mayor riqueza de especies. Hay descritas varias especies neárticas, algunas de las cuales son parasitoides de *R. buoliana* en Argentina. Hay escasas claves disponibles para el género, pero en ninguna de ellas se ha llegado a nivel de especie con los ejemplares que se encontraron en este estudio. En todo caso no se trata de *Venturia porteri* Brèthes 1913, la única especie descrita para Chile, aunque Porter (1998) indica que hay especies desde Atacama a Tierra del Fuego y en el sur de Argentina a partir del paralelo 40° S.

Los estudios en multiparasitismo entre endoparasitoides de *R. buoliana* han revelado que una competencia interespecífica toma lugar entre las larvas de los primeros estadios a través del ataque físico directo. En las disecciones llevadas a cabo en este estudio se pudo comprobar lo anteriormente señalado, a través de la observación directa del estado en que se encontraban las larvas de los parasitoides. Era común observar que cuando existían larvas de *O. obscurator* y de *Venturia sp.*, estas últimas estaban por lo general en mejor estado que las de

O. obscurator, a las que en ocasiones les faltaba turgencia en el abdomen, en tanto la cabeza presentaba un mejor grado de conservación.

Los niveles de multiparasitismo, por su parte, no dejan de ser interesantes, puesto que una parte de las larvas de *O. obscurator* podría estar siendo eliminada por *Venturia sp.* Schroeder (1974) señala que *O. obscurator* es el parasitoide de *R. buoliana* más efectivo, pero cuando ocurre multiparasitismo, es la especie que sufre las mayores pérdidas. Este mismo autor indica que dependiendo de la composición del complejo de parasitoides, los patrones poblacionales del insecto-plaga y las condiciones ecológicas regionales, las especies competidoras contribuyen en un grado variable a las pérdidas sufridas por *O. obscurator*.

En el presente estudio los niveles de multiparasitismo variaron entre 8% y 28% en el primer año y de 11,4% hasta un máximo de 69% en el segundo año. En el caso más extremo (predio La Perla) un 69% de la población de *O. obscurator* corre el riesgo de ser eliminada, considerando los datos de habilidad competitiva de que se dispone. En las disecciones realizadas se detectó que cuando una larva de *R. buoliana* estaba parasitada tanto por *O. obscurator* como por la larva del ichneumonídeo, esta última presentaba una mejor apariencia física que la del braconídeo. En consecuencia, el parasitismo total registrado en este predio el año 2001, que alcanzó un 96,6%, no se le puede atribuir a *O. obscurator*, ya que, como se ha dicho, el 69% corresponde a la combinación *Orgilus-Venturia*, sin saber al término del ciclo cuál de las dos especies emerge como adulto, aunque debería ser *Venturia sp.* Esto debería demostrarse en disecciones y crianzas de larvas parasitadas, con un tamaño muestral idéntico por localidad para cotejar al final del estudio los resultados. Cabe reflexionar cuál sería la composición en ese 69%. Este estudio, básico y fundamental en cualquier programa de control biológico, nunca se realizó en Chile, aunque fue propuesto. Su relevancia radica en que no solamente importa cuál de las especies emerge finalmente, sino también si el parasitismo se ve afectado en el largo plazo, ya sea eliminando a *O. obscurator* o tan solo disminuyendo sus capacidades de sobrevivencia, dispersión, eficiencia en la búsqueda o en el número de huevos a depositar. Este es un tema que debiera recibir mayor atención, puesto que las tasas de parasitismo que se han obtenido en forma posterior a este estudio en las regiones al norte de la VIII Región no son auspiciosas.

Por otra parte, y tal como se presenta en los resultados, en cuatro de los cinco predios evaluados se detectó en el segundo año de evaluación sobre un 90% de parasitismo total (que incluye a *O. obscurator*, *Venturia sp.* y *Pristomerus sp.*) valores muy superiores a los detectados en estudios previos realizados en esa zona por Cisternas y Villagra (1995), Cisternas (1996) y Lanfranco *et al.* (1995, 1996, 1997), Ahumada *et al.* (1999), Ahumada y Brieva (1999), Lanfranco e Ide (2000), entre otros. Esta

² R. Ramos, Centro de Semillas, Genética e Investigaciones Entomológicas, Corporación Nacional Forestal. Chillán, rramos@conaf.cl, comunicación personal.

sola cifra demuestra que el parasitoide introducido está presente, pero en una relación nueva parasitoide-presa. Siempre hay aspectos bioecológicos que conocer, evaluar sistemáticamente y cautelar, antes de declarar que una plaga está siendo eficazmente controlada.

Estos antecedentes, sumados a la reciente detección (2005) de otro endoparasitoide y que puede actuar como hiperparasitoide, *Perilampus tristis* (Hym.: Perilampidae) en la localidad de Cabrero en la VIII Región, de alguna manera podrían explicar las diferencias importantes en el control de *R. buoliana* observadas en esta región y otras más al norte, en que los informes sobre el biocontrol por *O. obscurator* no son del todo promisorios. Esta nueva interacción está siendo evaluada por expertos de SAG, CONAF y CPF S.A. (SAG, 2006). Los resultados que se obtengan podrían entonces no ser solo atribuibles y proporcionales al año de inicio de liberaciones e implantes del parasitoide *Orgilus* en cada región, como afirman Baldini *et al.* (2005).

Se concluye, entonces, que aún persisten varios estudios que realizar en la interacción *R. buoliana/O. obscurator*, puesto que en Chile no son habituales las investigaciones de largo plazo que validen los comportamientos de los biocontroladores y las plagas. Esto es particularmente importante de considerar porque no hay evaluaciones anuales a nivel país, ni menos con una metodología común, que permitan comparar los datos, como la propuesta por Lanfranco e Ide (1998) y que fue aplicada por la Universidad Austral de Chile y la Corporación Nacional Forestal. Tal metodología permitiría tener datos previos a lo que está ocurriendo hoy y podrían ser muy valiosos para comprender y explicar la conducta de este complejo de parasitoides, tanto nativos como introducidos, que está actuando en Chile a poco más de 20 años de la primera detección de la polilla del brote del pino en este país.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo de la Dirección de Investigación y Desarrollo de la Universidad Austral de Chile, por el aporte entregado para la realización de este estudio. Además, se agradece el apoyo brindado por el Técnico Forestal Sr. Marcelo Donoso, de Forestal Mininco S. A., en las actividades realizadas en terreno. Así como al Dr. Eduardo Botto, al Ingeniero Agrónomo Sr. Eladio Rojas y a la Licenciada Sra. Paula Klasmer por la revisión crítica del manuscrito.

REFERENCIAS

- Ahumada R, R Alfaro, S Ojeda. 1999. Evaluación del nivel de parasitismo de *Orgilus obscurator* sobre *Rhyacionia buoliana* en el patrimonio forestal de las empresas socias de CPF S.A. Bioforest, Concepción. 17 p.
- Ahumada R, A Brieva. 1999. Evaluación del nivel de parasitismo de *Orgilus obscurator* sobre *Rhyacionia buoliana* en el patrimonio forestal de las empresas socias de CPF S.A. Informe Técnico N° 49, Bioforest, Concepción. 60 p.
- Arthur A, J Juillet. 1961. The introduced parasites of the European pine shoot moth, *Rhyacionia buoliana* (Schiff.) (Lepidoptera: Olethreutidae), with a critical evaluation of their usefulness as control agents. *The Canadian Entomologist* 93 (4): 297-312.
- Arthur A, J Stainer, A Turnbull. 1964. The interaction between *Orgilus obscurator* (Nees) (Hymenoptera: Braconidae) and *Temelucha interruptor* (Grav.) (Hymenoptera: Ichneumonidae), parasites of the pine shoot moth, *Rhyacionia buoliana* (Schiff.) (Lepidoptera: Olethreutidae). *The Canadian Entomologist* 96: 1030-1034.
- Baldini A, G Cogollor, A Sartori, J Aguayo. 2005. Control biológico de plagas forestales de importancia económica en Chile. Santiago. 205 p.
- Cisternas E, M Villagra. 1995. Evaluación de parasitismo y determinación del establecimiento de *O. obscurator* Ness. en 50 puntos de liberación e implante entre la VII y la X Regiones. Informe Final. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Remehue, Osorno, Chile. 22 p.
- Cisternas E. 1996. Control Biológico: la experiencia de *Orgilus* en Chile. En Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades en Plantaciones Forestales. VII SILVOTECNA. s/n.
- Gauld I, P Hanson. 1995a. Carnivory in the larval Hymenoptera. In Hanson P, I Gauld eds. The Hymenoptera of Costa Rica, p. 40-45. Oxford University Press. Oxford.
- Gauld I, P Hanson. 1995b. The parasitoid and its interactions with its host. In Hanson P, I Gauld eds. The Hymenoptera of Costa Rica, p. 45-67. Oxford University Press. Oxford.
- Godfray H. 1994. Parasitoid: Behavioral and evolutionary ecology. Princeton University Press. Princeton. England. 473 p.
- Gesell C. 2000. Evaluación de los resultados del control biológico sobre polilla del brote del pino (*Rhyacionia buoliana*) en Chile. Tesis Ingeniero Forestal. Valdivia, Chile. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile. 84 p.
- Ide S. 1999. Longevidad y fecundidad de *Orgilus obscurator* (Hym.: Braconidae), parasitoide específico de *Rhyacionia buoliana* Schiff. (Lep: Tortricidae). Tesis Magister en Ciencias. Ecología y Evolución, Valdivia, Chile. Facultad de Ciencias. Universidad Austral de Chile. 96 p.
- INIA/SAG (Instituto de Investigaciones Agropecuarias, CL/ Servicio Agrícola y Ganadero, CL). 1994. Control biológico de *Rhyacionia buoliana* Den. et Schiff. Temporada 1986-1993. Informe Final. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Remehue, Osorno. Chile. 87 p.
- Lanfranco D, S Ide, C Álvarez. 1995. Evaluación del parasitismo y determinación del establecimiento de *Orgilus obscurator* en predios de Empresas Forestales asociadas a CPF S.A. Informe Final. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Austral de Chile, Valdivia. Chile. 29 p.
- Lanfranco D, S Ide, C Álvarez. 1996. Evaluación del parasitismo y determinación del establecimiento de *Orgilus obscurator* en predios de Empresas Forestales asociadas a la Empresa Controladora de Plagas Forestales S.A. Serie Técnica. Informe de Convenio N° 229. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Austral de Chile, Valdivia. Chile. 21 p.

- Lanfranco D, S Ide, E Rojas, C Ruiz, R Carrillo, C Martínez, A Simeone, J Valencia, R Calderón. 1997. Biocontroladores nativos de *Rhyacionia buoliana* en Chile. Informe Final. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Austral de Chile, Valdivia. Chile. 52 p.
- Lanfranco D, S Ide, E Rojas, R Carrillo, A Simeone, R Schlatter, R Calderón C Ruiz. 1998. Biocontroladores en el manejo de *Rhyacionia buoliana* (Lepidoptera: Tortricidae): Acciones, Resultados y Expectativas. Proceedings International Forest Insect Workshop, 18-21 de agosto, Pucón. 471 p.
- Lanfranco D, S Ide. 1998. Metodología de Evaluación del Parasitismo de *Orgilus obscurator* en *Rhyacionia buoliana*, "Polilla del Brote del Pino". Nota Técnica N° 34. CONAF. s/n.
- Lanfranco D, S Ide, C Ruiz. 2002. Facilitación del hábitat de *Orgilus obscurator* (Hym.: Braconidae): mejorando los niveles de parasitismo sobre la polilla del brote del pino. Informe Final. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Austral de Chile, Valdivia. Chile. 16 p.
- Lanfranco D, S Ide. 2000. Establecimiento y niveles de parasitismo de *Orgilus obscurator* Ness (Hymenoptera: Braconidae) entre la VII y X Regiones de Chile. *Bosque* 21(2): 111-126.
- Mackauer M. 1990. Discrimination and larval competition in solitary endoparasitoid. In Mackauer M, L Ehler, J Roland eds. *Critical Issues in Biological Control*. Intercept Ltd. Andover, England. p. 41-62.
- Porter, C. 1998. Guía de los géneros de Ichneumonidae en la región neantártica del sur de Sudamérica. Opera Lilloana 42. Fundación Miguel Lillo. Tucumán, República Argentina. 234 p.
- Quicke D. 1997. *Parasitic Wasps*. Chapman and Hall. London. 470 p.
- SAG, 2006. Informativo Fitosanitario Forestal. Unidad de Vigilancia y Control de Plagas Forestales y Exóticas Invasoras del Servicio Agrícola y Ganadero. Año 2. N° 3. 4 p.
- Schroeder D. 1974. A study of the interactions between the internal larval parasites of *Rhyacionia buoliana* (Lepidoptera: Olethreutidae). *Entomophaga* 19 (2): 145-171.
- Van Alphen J, M Visser. 1990. Superparasitism as an adaptive strategy for insect parasitoid. *Annual Review of Entomology* 35: 59-79.
- Van Lenteren J, K Bakker. 1975. Discrimination between parasitized and unparasitized host in the parasitic wasp *Pseudeucorla bochei*: A matter of learning. *Nature* 254: 417-419.
- Van Lenteren J, K Bakker, J Van Alphen. 1978. How to analyze host discrimination. *Ecological Entomology* 3: 71-75.
- Visser S, B Luyckx, H Nell, G Bokamp. 1992. Adaptive superparasitism in solitary parasitoids: making of parasitized hosts in relation to pay-off from superparasitism. *Ecological Entomology* 17: 76-82.
- Waage J, M Hassell. 1982. Parasitoids as biological control agents: a fundamental approach. *Parasitology* 84: 241-268.
- Waage J. 1986. Family planning in parasitoids: Adaptive patterns of progeny and sex allocation. In Waage J, D Greathead eds. *Insects Parasitoids*. Academic Press, London. England. p. 63-89.

Recibido: 19.06.06
Aceptado: 18.12.06