

Parasitoides nativos en el control de la polilla del brote del pino (*Rhyacionia buoliana*): avances en la identificación del complejo y de sus estrategias de desarrollo

Native parasitoids in the pine shoot moth control (*Rhyacionia buoliana*): advances in the identification of the complex and its development strategies

C.D.O.: 453

DOLLY M. LANFRANGO; JAIME F. BÜCHNER, ANGELICA M. AGUILAR y RODRIGO A. HORCOS

Instituto de Silvicultura, Universidad Austral de Chile, Casilla 853, Valdivia, Chile.

SUMMARY

After the 1985 detection of *Rhyacionia buoliana* in Chile, research concerning the species biology, the symptomatology, control, as well as an economic evaluation of the damage it causes, has been carried out. This, due to the great number of plantations that require protection and the distribution and high population density of the species, specially in young plantations of the X region. Results of the research have led to diverse control strategies of which, the biological control program is the most important (having introduced the specific parasitoid *Orgilus obscurator*).

Also a variety of native parasitoids have proved to exert some degree of control over *Rhyacionia buoliana* among them *Coccygomimus fuscipes*, *Anacis rubripes*, *Neocryptopterix hypodyneri* (Hymenoptera-Ichneumonidae) *Incarnia chilensis* and *Phorocera casanuevai* (Diptera-Tachinidae). Advances in the studies of their life-history reveals, that all are koinobiont parasitoids with the exception of *C. fuscipes* which is an idiobiont parasitoid. Observations about life-cycles, moment of attacking *Rhyacionia buoliana* and the probability that this group of species can compete with *Orgilus obscurator* are discussed.

RESUMEN

Desde la detección de *Rhyacionia buoliana* en Chile, en 1985, las investigaciones sobre este tema se han concentrado en aspectos biológicos, sintomatológicos, de control y de evaluación física y económica del daño. Esto en virtud de la magnitud del recurso *Pinus radiata* que se requiere proteger, de la distribución actual de *R. buoliana* y de las densidades poblacionales alcanzadas en algunos lugares de la X región en los últimos años, especialmente en plantaciones menores de siete años. El sector forestal chileno ha investigado en diversas estrategias de control, siendo la más relevante el programa de control biológico con la introducción del parasitoide específico *Orgilus obscurator*.

Gradualmente, un complejo de parasitoides nativos están ejerciendo algún grado de control. Las especies que lo integran son *Coccygomimus fuscipes*, *Anacis rubripes*, *Neocryptopterix hypodyneri* (Hymenoptera-Ichneumonidae), *Incarnia chilensis* y *Phorocera casanuevai* (Diptera-Tachinidae). Todos son parasitoides koinobiontes, con la sola excepción de *C. fuscipes*, que es un parasitoide idiobionte. En este trabajo también se incluyen algunas observaciones acerca de los ciclos biológicos, el momento de ataque a *R. buoliana* y se discute la probabilidad de que las especies interfieran con *O. obscurator*.

INTRODUCCION

En la actualidad, Chile posee extensas superficies de bosques artificiales de rápido crecimiento,

constituídos fundamentalmente por *Pinus radiata* D. Don y secundariamente por *Eucalyptus* spp. Sin duda, la extensión y composición de este recurso lo hacen vulnerable a plagas, enfermedades e incendios forestales, lo cual puede minimizarse con la aplicación de medidas preventivas oportunas, adecuadas y eficientes. Un análisis histórico permite aseverar que la preocupación por estos as-

Financiado por Proyecto F-90-04. Dirección de Investigación y Desarrollo, Universidad Austral de Chile. Proyecto 0930-91 Fondecyt.

pectos sólo se hizo evidente en la última década. Así, en 1985, con la detección de *Rhyacionia buoliana* (Schiff.) (la polilla del brote del pino) en Chile, en la X Región (Cerde *et al.* 1985), el sector forestal debió iniciar el desarrollo de diversos estudios biológicos, de control y evaluación física y económica del daño para contribuir al conocimiento y manejo de este insecto. Actualmente, *R. buoliana* se distribuye desde la X a la VIII Región.

Rhyacionia buoliana es un lepidóptero de la familia Tortricidae, cuyas larvas producen daños en brotes de *P. radiata*. Si bien es cierto que no ocasiona la muerte del árbol, en altas densidades poblacionales puede tener una incidencia directa en la calidad y volumen final aprovechable. Una primera aproximación de esta situación ha sido evaluada por Alvarez de Araya *et al.* (1991) en algunas localidades de la X Región, donde se han estimado pérdidas de volumen cercanas al 50% al final de la rotación.

Con relación a la edad en que se producen los daños más significativos, Lanfranco y Aguilar (1988, 1989) y Lanfranco *et al.* (1990, 1991) han definido en forma preliminar que esto ocurre en plantaciones menores de siete años, y especialmente en aquellas en que *R. buoliana* ha atacado a edades muy tempranas (2-3 años). Como una forma de contribuir a solucionar el problema que generó la presencia de este insecto en el país, en 1989 el sector forestal chileno optó por introducir el parasitoide específico *Orgilus obscurator* Ness. (Hym.: Braconidae), creándose un extenso programa de control biológico, experiencia nueva y única para el sector.

En otro plano, desde 1986 se han venido detectando diversos parasitoides nativos que, en una conducta oportunista, se están adaptando a *R. buoliana* (Lanfranco y Cerda, 1986). Considerando la importancia que pudieran alcanzar en su control, se estimó de interés identificar las especies de parasitoides involucradas, sus estrategias reproductivas, su incidencia en el control y su posible interacción con *O. obscurator*. En este sentido, este trabajo constituye un avance en estos aspectos, los que se investigan a través de proyectos iniciados en 1990.

RESULTADOS

Antecedentes generales: una aproximación. *Rhyacionia buoliana* se encuentra distribuida en toda

la X Región. En algunas localidades con plantaciones jóvenes y en virtud de las densidades poblacionales estimadas y de los niveles de infestación registrados, la especie ya es considerada una plaga forestal. Esto implica un nivel de daño económico que hasta ahora ha sido parcialmente reconocido y calculado (Alvarez de Araya *et al.*, 1991; Lanfranco *et al.*, 1991).

En los predios estudiados bajo monitoreo semanal (Peleco, Oldemburgo) prácticamente el 100% de los árboles están infestados por *R. buoliana*. Esto es un indicador de que la especie ya se ha establecido y ha colonizado las plantaciones involucradas. Respecto de la distribución dentro del árbol, el mayor número de brotes infestados se concentra en el estrato medio. Esta ha sido una conducta generalizada y que se ha observado en el tiempo en varias localidades (Lanfranco y Aguilar, 1988, 1989; Lanfranco *et al.*, 1990, 1991). Respecto de la infestación apical, las variaciones son una consecuencia de la densidad poblacional (a mayor densidad poblacional mayor número de brotes y ápices infestados) y de la edad de los árboles (árboles de menor edad, en consecuencia, de menor altura, tienen una alta probabilidad de ser atacados a nivel apical, ya que la oferta general de brotes es también menor).

Con referencia a la densidad poblacional se han registrado a través del tiempo fuertes fluctuaciones estacionales y anuales. Los resultados en la X Región permitirían postular ciclos poblacionales cada tres años (Lanfranco *et al.*, 1991). Respecto de la sobrevivencia generacional se ha calculado durante varios años consecutivos una mortalidad natural total cercana al 50%, concentrada en los períodos de posteclosión (larvas de primeros estadios) y de postdormancia (larvas de 4°-6° estadio). Las causas se están estudiando, principalmente porque un porcentaje importante de ésta debería atribuirse, entre otros, al efecto de controladores biológicos, entre lo que se incluyen los nativos.

Biocontroladores nativos: un complejo de adaptación oportunista. Lanfranco y Cerda (1986) dieron a conocer la primera especie de parasitoide que se asoció a *R. buoliana: Coccygomimus fuscipes* (Hymenoptera-Ichneumonidae). Con el tiempo, otras especies generalistas con respecto a su hospedero se han ido adaptando hasta constituir hoy un complejo o gremio de parasitoides conformado por las siguientes especies:

<i>Coccygomimus fuscipes</i>	(Brullé)	(Hymenoptera-Ichneumonidae)
<i>Anacis rubripes</i>	(Spinola)	(Hymenoptera-Ichneumonidae)
<i>Neocryptopterix</i>	(Porter)	(Hymenoptera-Ichneumonidae)
<i>Incarnia chilensis</i>	Aldrich	(Diptera-Tachinidae)
<i>Phorocera casanuevai</i>	Cortés	(Diptera-Tachinidae)

Todas estas especies nativas tienen un amplio rango de hospederos, también nativos. Por no ser específicos se les denomina generalistas. Su adaptación a la polilla del brote es una conducta oportunista en virtud de la oferta ambiental del "recurso polilla", que en algunos sectores parece ilimitado. Existe una controversia respecto del rol biocontrolador que ejerce una especie generalista comparado con el que efectúa una especie especialista, como es *Orgilus obscurator*, el parasitoide introducido al país para controlar *R. buoliana*. Los que se inclinan por valorar el rol de los generalistas aducen que éstos, al adaptarse a una especie introducida, nueva en el sistema, cumplen una labor muy efectiva precisamente por lo nuevo de la interacción (Ehler, 1990). Además, existe la posibilidad de que los parasitoides nativos puedan excluir competitivamente a la especie introducida. Los resultados actuales no permiten sostener ni refutar esta probabilidad.

Estrategias de historia de vida: avances hacia el conocimiento básico. El desarrollo de un parasitoide puede realizarse en el interior o en el exterior de su hospedero. Se les denomina endo y ectoparasitoides, respectivamente. Los parasitoides nativos de *R. buoliana*, excepto *N. hypodyneri* y *A. rubripes*, son endoparasitoides. También *O. obscurator* es un endoparasitoide. Las estrategias de desarrollo de los parasitoides pueden seguir dos caminos: koinobiosis o idiobiosis. Los koinobiontes, por lo general, atacan a sus hospederos-presa en etapas tempranas de su desarrollo (larvas) y los consumen lentamente, permitiéndoles llegar a fases avanzadas (últimos estadios larvarios, prepupas y hasta pupas) y los matan sólo cuando ellos deben completar su propio desarrollo. En estos casos hay un complejo proceso de interacción fisiológica y de sincronización de los ciclos biológicos, utilizando, por lo general, un solo hospedero para su desarrollo. *A. rubripes*, *N. hypodyneri*, *I. chilensis* y *Ph. casanuevai* son parasitoides koinobiontes. También lo es *O. obscurator*. Esta es una de las estrategias reproductivas más evolucionadas y exitosas de los parasitoides (Gauld y Bolton, 1988; Askew y Shaw, 1986).

Los idiobiontes, por su parte, atacan a sus hospederos-presa en cualquier etapa de su desarrollo y los consumen en el mismo estadio en que fueron parasitados, sin permitirles avanzar en su ciclo. Por lo general, éstos necesitan más de un hospedero-presa, los llamados hospederos alternantes, que son tanto o más importantes que la presa a controlar para poder ser efectivos y mantenerse en el sistema. Esto significa que no poseen sincronización perfecta con el ciclo de la especie a controlar, pero sí con la fase del ciclo de la especie que controlan. Tienen la ventaja de ser agresivos y no necesitan de la compleja interacción fisiológica que deben vencer los koinobiontes para controlar a su presa. *C. fuscipes* es un endoparasitoide idiobionte. Ataca prepupas y pupas de *R. buoliana* y, en consecuencia, se desarrolla rápidamente parasitando en octubre-noviembre y emergiendo en enero-febrero. Necesita luego de otro(s) hospedero(s) y, en efecto, *C. fuscipes* se ha encontrado asociado a numerosas especies de lepidópteros en Chile (Prado, 1991).

Es preciso señalar que se poseen escasos antecedentes de la biología de las especies mencionadas, pero se están haciendo estudios en este sentido, ya que se estima que el gremio de parasitoides nativos podría tener un rol importante en el control biológico de *R. buoliana* en el futuro. Esto adquiere relevancia, por cuanto la distribución natural de las especies que integran este gremio sobrepasa el área distribucional de *P. radiata*: ellas se encuentran desde Coquimbo a Magallanes y son consideradas especies comunes de la entomofauna nativa chilena (Arretz *et al.*, 1985; Caltagirone, 1953; Cortés y Hichins, 1969; Lanfranco 1974, 1980; Lanfranco y Cerda, 1986; Porter 1967, 1970a y b, 1987; Townes 1969a y b).

Rhyacionia buoliana y los parasitoides nativos: avances hacia una interacción antagonista. Las interacciones antagonistas entre las especies son un mecanismo regulador de las poblaciones. El control biológico no es más que una trama de estas interacciones antagonistas. El ciclo de *R. buoliana* se conoce bien, al menos para la X Región (Cerda

et al., 1986). Algunos elementos del clima, como la temperatura, pueden hacerlo variar, pero los registros indican que a lo más se atrasa o adelanta en 15 días (Lanfranco et al., 1990, 1991). En esta región la especie presenta una generación al año, pero debido a las condiciones climáticas conocidas para algunas localidades de la VIII Región podría suceder que de allí hacia el norte pudiera tener más de una generación al año. Los ciclos estacionales de los parasitoides nativos se conocen me-

nos, pero los avances obtenidos a la fecha permiten esquematizar los probables momentos de ataque a los diferentes estadios de la polilla del brote (figura 1).

De la figura 1 es posible extraer que todos los parasitoides, con la sola excepción de *C. fuscipes*, atacan los estadios larvales de *R. buoliana*. En control biológico la competencia entre las especies nativas e introducidas para el control de una especie-plaga se ha usado como argumento para

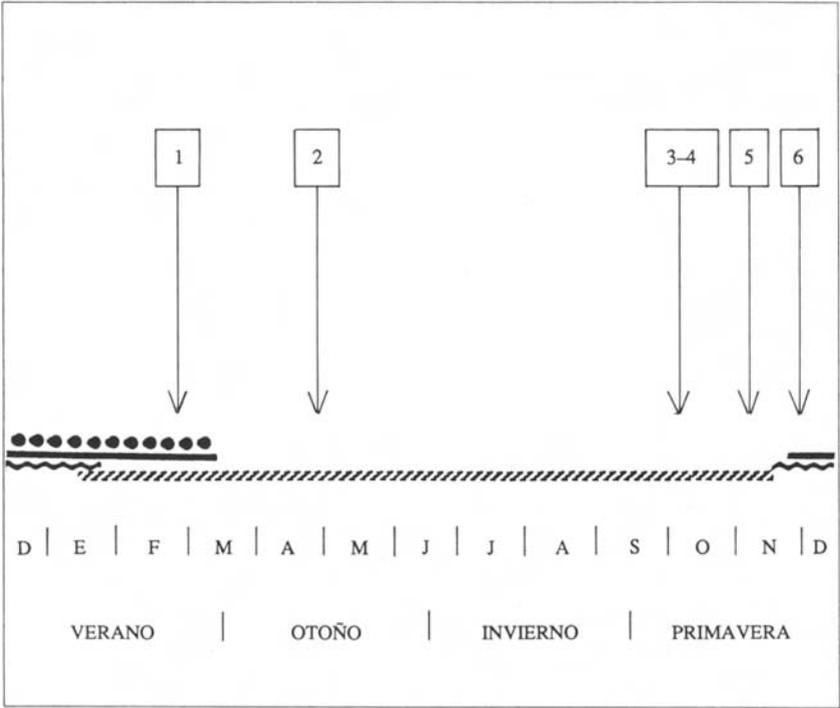


Fig. 1: Ciclo estacional de *R. buoliana* y sus biocontroladores, indicando el probable período de ataque a los distintos estados de desarrollo de la polilla del brote.

- | | | |
|-----------------|----------|-------------------------------------|
| Estado de huevo | ●●●●●●●● | 1 <i>Orgilus obscurator</i> |
| Estado larval | ////// | 2 <i>Anacis rubripes</i> |
| Estado pupal | ———— | 3 <i>Incamyia chilensis</i> |
| Estado adulto | ~~~~~ | 4 <i>Phorocera casanuevai</i> |
| | | 5 <i>Neocryptopterix hypodyneri</i> |
| | | 6 <i>Coccygomimus fuscipes</i> |

Seasonal cycle of *R. buoliana* and its biocontrol agents, showing the probable period of attack to the different development stages of the pine shoot moth.

explicar el porqué algunas especies no logran establecerse o no controlan exitosamente a la especie problema. Este es un aspecto del que se conoce muy poco respecto de *R. buoliana* y sus agentes de control. El grado y forma de competencia son aspectos cruciales de definir.

Orgilus obscurator y los parasitoides nativos: comentarios preliminares de una acción nueva. Las observaciones realizadas en torno a la interacción biológica entre los agentes de control (gremio de parasitoides) con *R. buoliana* parecen indicar que no compiten directamente por el recurso. En efecto, la coexistencia de las especies en el sistema puede explicarse por una "repartición del recurso" que implica utilizar como hospedero a larvas de diferentes estadios, o bien, por una "discriminación del hospedero" que incursiona en la habilidad de la hembra para diferenciar entre hospederos parasitados y no parasitados. Los efectos directos de la competencia sobre la dinámica poblacional de los sistemas hospedero-parasitoide han acaparado la atención de los investigadores en la década de los 80 (Mackauer, 1990). Hoy se han centralizado más bien en las decisiones de oviposición y en los mecanismos de competencia entre los estadios larvales (selección del hospedero), para lo cual los himenópteros son modelos muy útiles. Estos efectos directos, si bien no son fáciles de probar, debieran observarse con metodologías convencionales de crianza, como las que se están usando en este estudio. También existen efectos indirectos, que incluyen cambios en la conducta del hospedero, como respuesta a los patrones de búsqueda y selección de los parasitoides.

Estos aspectos son importantes de abordar, no sólo para tomar decisiones de introducción de una especie con fines de control, sino también para evaluar en el tiempo la eficiencia del control. Especialmente importantes serán los avances que se generen en torno al control biológico de *R. buoliana* en Chile, por cuanto un error básico podría subestimar o, lo que es peor, sobreestimar la eficiencia de un biocontrolador. Por ejemplo, la discriminación del hospedero, por parte de la hembra del parasitoide, es un mecanismo importante para evitar la competencia directa a través de la repartición del recurso y en esta interacción nueva, en términos de adaptación evolutiva, debiera ser un objetivo importante de abordar, máxime si el sector forestal ha optado por controlar biológicamente a *R. buoliana*.

Otras explicaciones poco predecibles requieren de atención, entre otras el cómo operan los parasitoides a bajas densidades de la plaga (como ocurre en el frente de avance de dispersión o cuando la polilla está en etapa de precolonización), la conducta de selección en la oviposición y hasta el mareaje de los hospederos; el grado de interacción competitiva entre especies taxonómicamente afines; el superparasitismo, que multiplican y cuestionan los modelos teóricos que cada vez son menos predecibles en los sistemas naturales.

Es preciso señalar, finalmente, que los resultados del control ejercido por *O. obscurator* son promisorios, lo cual es un indicador de que la especie está logrando establecerse. Ello ha motivado, como se señalara, la creación de nuevos centros de crianza y liberación. Los resultados obtenidos en este estudio en desarrollo, respecto de los parasitoides nativos, también son auspiciosos, especialmente con relación a *C. fuscipes* que, sin duda, fue la coadaptación más temprana (Lanfranco y Cerda, 1986). Los otros agentes han sido detectados más recientemente, y como aparentemente no están compitiendo ni con *Orgilus* ni con *Coccygomimus*, pudieran ejercer un control eficiente en un futuro cercano. Resulta tranquilizador constatar que el control biológico, con todas sus ventajas, está siendo realizado por varios componentes del bosque nativo que se ha adaptado a un nuevo recurso como hábitat y a un nuevo hospedero como sustrato para su propio desarrollo. Con todo, se está originando un sistema dinámico y aparentemente eficiente, aun cuando se esté lejos de entender las bases biológicas de estas nuevas interacciones.

BIBLIOGRAFIA

- ALVAREZ DE ARAYA, G.; RAMIREZ, O.; PARRA, P.; PUENTES, O. 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 insignis (*Pinus radiata* D. Don). Chile. Ministerio de Agricultura. Corporación Nacional Forestal, 22 pp.
- ARRETZ, P.; LAMBOROT, L.; GUERRERO, M.A. 1985. "Evaluación del parasitismo sobre los estados inmaduros de la cuncunilla verde del frejol (*Rachiplusia nu* Guenée) en praderas de alfalfa". *Rev. Chilena Ent.* 12: 209-215.
- ASKEW, R.; SHAW, M. 1986. "Parasitoid communities: their size, structure and development". In: *Waage y Greathead: Insect parasitoids:* 225-264.
- CALTAGIRONE, L. 1953. "Observaciones sobre *Incamyia*

- chilensis* Aldrich y su multiplicación en laboratorio", *Rev. Chilena Ent.* 3: 87-99.
- CERDA, L.; JANA-SAENZ, C.; PUENTES, O. 1986. "Ciclo de vida en Chile de *Rhyacionia buoliana* (Schiff.) (Lepidoptera, Tortricidae)", *Bol. Soc. Biol. Concepción*, Chile, 57: 201-203.
- CERDA, L.; JANA-SAENZ, C.; BEECHE, M. 1985. "Detección de la "Polilla del Brote" en Chile: *R. buoliana* (Schiffermuller, 1776) (Lepidoptera, Tortricidae)", *Bol. Soc. Biol. Concepción*, Chile, 56: 161-162.
- CORTES, R.; CAMPOS, L. 1970. "Taquinidos de Tarapacá y Antofagasta. (Diptera: Tachinidae)", *Anales de la Universidad del Norte* 8: 5-104.
- CORTES, R.; HICHINS, N. 1969. *Distribución geográfica y huéspedes conocidos de los Taquinidos de Chile (Diptera: Tachinidae)*. Edic. Univ. de Chile: 5-100.
- GRAULD, I.; BOLTON, B. 1988. *The Hymenoptera*. Oxford University Press, 332 pp.
- EHLER, L. 1990. "Introduction strategies in biological control of insect". In: M. MACKAUER; L. EHLER y J. ROLAND (eds.). *Critical issues in biological control*: 111-134.
- LANFRANCO, D. 1974. "Contribución al conocimiento de la Ichneumonofauna de la región de Magallanes. (Hymenoptera-Ichneumonidae)", *Ans. Inst. Pat. Punta Arenas (Chile)* 5 (1 y 2): 199-208.
- _____. 1980. "Contribución al conocimiento de los Ichneumonidos de Chile (Hymenoptera-Ichneumonidae)", *Rev. Chilena de Ent.* 10: 77-84.
- LANFRANCO, D.; CERDA, L. 1986. "*Coccygomimus fuscipes* (Hym.: Ichneumonidae): un parasitoides nativo de la polilla del brote, *Rhyacionia buoliana* (Lep.: Tortricidae)", *Bosque* 7 (1): 36-37.
- LANFRANCO, D.; AGUILAR, A. 1988. *Evaluación del daño causado por infestación natural de Rhyacionia buoliana sobre plantaciones jóvenes de Pinus radiata en la Provincia de Valdivia*. Serie Técnica. Universidad Austral de Chile, Fac. de Cs. Forestales, Valdivia, 20 pp.
- _____. 1989. *Evaluación del daño causado por Rhyacionia buoliana (Schiff.) mediante infestación natural e inducida en plantaciones jóvenes de Pinus radiata D. Don, en la Prov. de Valdivia*. Informe de Convenio N° 154. Serie Técnica. Universidad Austral de Chile. Fac. de Cs. Forestales, Valdivia, 30 pp.
- LANFRANCO, D.; AGUILAR, A.; ORMEÑO, M.; VALLEJOS, R.; IDE, S. 1990. *Evaluación del daño causado por infestación natural de Rhyacionia buoliana sobre plantaciones jóvenes de Pinus radiata en la Prov. de Valdivia*. Informe de Convenio 177. Serie técnica. Fac. de Cs. Forestales. Universidad Austral de Chile. Valdivia, 31 pp.
- LANFRANCO, D.; AGUILAR, A.; IDE, S.; VALLEJOS, R. 1991. *Evaluación del daño causado por infestación natural de Rhyacionia buoliana sobre plantaciones jóvenes de Pinus radiata en la Prov. de Valdivia*. Informe de Convenio N° 188. Serie Técnica. Fac. de Cs. Forestales. Universidad Austral de Chile. Valdivia, 47 pp.
- MACKAUER, M. 1990. "Host discrimination and larval competition in solitary endoparasitoids". In: M. MACKAUER, L. EHLER y J. ROLAND (eds.). *Critical issues in biological control*: 41-62.
- PRADO, E. 1991. *Artrópodos y sus enemigos naturales asociados y plantas cultivadas en Chile*. INIA. Serie Boletín Técnico N° 169, Santiago, Chile.
- PORTER, Ch. 1967. *South American Trachysphyrus*. Mem. Amer. Ent. Inst. 10, 368 pp.
- _____. 1970. "A revision of the South American species of *Coccygomimus* (Hym., Ichneumonidae)", *Studia Entom.* 13 (14): 1-192.
- _____. 1970. "The genus *Anacis* in Argentina with description of a new species from Neuquen and Rio Negro provinces (Hymenoptera-Ichneumonidae)", *Acta Zool. Lilloana* Tomo 26: (2): 9-22.
- _____. 1987. "A revision of the Chilean Mesostenini (Hymenoptera: Ichneumonidae)", *Contrib. Amer. Ent. Inst.* 23 (3) 164 pp.
- TOWNES, H. 1969a. *Genera of Ichneumonidae*. Part. I Mem. Amer. Ent. Inst. 11, 300 pp.
- _____. 1969b. *Genera of Ichneumonidae*. Part. H. Mem. Amer. Ent. Inst. 12, 535 pp.