

**CONTROL BIOLÓGICO DE *Ulex europaeus* L.: INTERNACION A CHILE DE DOS POBLACIONES DEL BIOAGENTE *Agonopterix ulicetella* (Stainton) (Lepidoptera: Oecophoridae)<sup>1</sup>**

**Biological control of *Ulex europaeus* L.: Introduction to Chile of two populations of the moth *Agonopterix ulicetella* (Stainton) (Lepidoptera: Oecophoridae)**

**Hernán Norambuena M.<sup>2</sup>, Sergio Escobar S.<sup>2</sup> y Fernando Rodríguez A.<sup>3</sup>**

**A B S T R A C T**

Two strains of the moth *Agonopterix ulicetella*, a host-specific bioagent of the weed *Ulex europaeus* (gorse), collected in Hilo, Hawaii, and Plymouth, United Kingdom, were introduced to Chile in 1996 and 1997. Bioagent selection considered the criteria suggested by several biocontrol investigators. Once introduced to Chile, both strains were subjected to quarantine, confirmation of specificity and breeding, three essential protocols to develop a classical weed biocontrol program. Both strains survived shipping, hemisphere change and produced new generations in quarantine. *A. ulicetella* populations were authorized to be released under field conditions in Chile in 1997 and 1998.

**Key words:** weed biocontrol, biotic agents, beneficial insect, host-specific herbivores.

**R E S U M E N**

Durante 1996 y 1997, se colectaron en Hilo, Hawaii, EE.UU., y en Plymouth, Inglaterra, dos poblaciones del insecto *Agonopterix ulicetella*, un herbívoro específico de la maleza agrícola y forestal *Ulex europaeus* (espinillo). La selección de los bioagentes se realizó teniendo en cuenta los criterios señalados por varios investigadores de control biológico de malezas. Posterior a la introducción de dichas poblaciones a Chile, se les sometió a las etapas de cuarentena, confirmación de especificidad y crianza en laboratorio, protocolos esenciales para desarrollar el método de control biológico clásico. Ambas poblaciones sobrevivieron el transporte, el cambio de hemisferio y la cuarentena. Asimismo, se obtuvieron nuevas generaciones de laboratorio de las poblaciones de Hilo y Plymouth, lo cual permitió que se autorizara la liberación de *A. ulicetella* en Chile, en 1997 y 1998.

**Palabras clave:** control biológico de malezas, bioagentes, insectos benéficos, herbívoros específicos.

<sup>1</sup>Recepción de originales: 26 de octubre de 1999.

Financiamiento: Proyecto FONDECYT N° 1960030, FNDR IX Región N° 20098066.

<sup>2</sup>Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Carillanca, Casilla 58-D, Temuco, Chile.  
E-mail: hnorambu@carillanca.inia.cl

<sup>3</sup>Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Experimental de Entomología La Cruz, Casilla 3, La Cruz, Chile.

## INTRODUCCIÓN

El espinillo (*Ulex europaeus* L.) es una leguminosa arbustiva nativa de Europa Occidental, actualmente incluida en la Tribu Genisteeae, subfamilia Papilionoideae de la familia Fabaceae (Bisby, 1981). Debido a su gran capacidad reproductiva, prolongada latencia de la semilla, largo período vegetativo, rápido crecimiento, ausencia de enemigos naturales, y propiedades combustibles que favorecen la ocurrencia de incendios, el *U. europaeus* se ha constituido en una de las plagas más severas de la agricultura y forestería de las regiones VIII, IX y X de Chile (Matthei, 1995), especialmente entre los paralelos 37° y 43° de latitud Sur.

Métodos convencionales de control de malezas tales como la utilización de herbicidas, corte, arranque, y quema, han probado ser poco prácticos, extremadamente caros y no han solucionado el problema. El control biológico de malezas, i.e., la manipulación de especies herbívoras seleccionadas tales como insectos, ácaros, nematodos y patógenos de plantas para debilitar o regular las poblaciones de las malezas en forma autosustentable y dependiente de la densidad, hasta un nivel de daño económico insignificante o nulo (Wapshere *et al.*, 1989; Goeden y Andrés 1999), se inició en Chile en 1976 mediante la utilización del insecto consumidor de semillas *Apion ulicis* (Norambuena *et al.*, 1986).

A pesar del exitoso establecimiento e importante rol de este bioagente en la disminución de la velocidad de invasión de la maleza en Chile (Norambuena, 1995; Norambuena y Piper, 2000), resultó necesario complementar su impacto mediante la introducción de herbívoros con el potencial de dañar estructuras vegetativas de la maleza. En 1986 y 1988 se introdujo el insecto defoliador *Agonopterix ulicetella* desde Nueva Zelanda y Hawaii, respectivamente. Desafortunadamente, estas colonias no sobrevivieron la etapa cuarentenaria en el Centro Experimental de Entomología (CEE) La Cruz, del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA),

aunque sí permitieron iniciar algunos experimentos de confirmación de la especificidad del bioagente (informe no publicado).

En 1996, en virtud del patrocinio del CONICYT y del Fondo de Desarrollo Regional IX Región se reinició el programa de control biológico del espinillo en Chile. La liberación de campo de herbívoros específicos para el control biológico de malezas depende fuertemente de los resultados obtenidos en etapas previas a la liberación. Entre éstas, la selección, transporte y crianza cuarentenaria de los bioagentes, a pesar que son determinantes para la continuidad de los procesos subsecuentes de un proyecto, no siempre son informadas.

El presente artículo tiene por objetivos documentar la selección, obtención, transporte, internación, cuarentena, y crianza de poblaciones del bioagente *A. ulicetella*, trabajos esenciales y requeridos para liberar y utilizar el insecto como agente biológico de control del espinillo en Chile.

### Biología y especificidad de *A. ulicetella*

La polilla presenta una generación al año. En su estado adulto mide 12 mm de longitud y es de color café a amarillo claro. La nervadura del primer par de alas es de color café oscuro, y durante el reposo las antenas yacen típicamente a lo largo de las alas dobladas. Los huevos tienen forma de barril, de color amarillo brillante y de 1 mm de longitud. Ellos son depositados en las axilas de las espinas y sobre los tallos del espinillo durante la primavera. En aproximadamente un mes, emergen las larvas, las cuales migran hacia los brotes nuevos para alimentarse. La larva teje un tubo de seda en el interior de los brotes de crecimiento de los cuales se alimenta. Posteriormente, a medida que crece, las larvas tejen túneles entre las espinas de las cuales también se alimentan. El insecto presenta cinco estadios larvales, siendo el último estadio de color verde grisáceo y de aproximadamente 2 cm de largo. La larva completa su desarrollo en

cinco semanas luego de lo cual pupa en el interior de los tubos de seda. Los adultos de la nueva generación emergen durante el verano, hibernan y se aparean en la primavera siguiente (Hill *et al.*, 1995).

*A. ulicetella* es un insecto que presenta gran especificidad hacia *U. europaeus*, como ha sido documentado por varios autores (Zwölfer, datos no publicados, 1963, 1964; Schroeder y Zwölfer, 1970; Markin y Nagata, datos no publicados, 1990; Martínez, 1998). En resumen, la información acumulada en 130 especies representativas de 50 familias, probadas en cuarentena y condiciones de campo en tres continentes, indicaron que el insecto es altamente específico al espinillo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología para desarrollar el programa de control biológico clásico de malezas consideró los protocolos utilizados internacionalmente (Wapshere *et al.*, 1989; Goeden y Andrés, 1999). Esto es, se reunió la información actualizada sobre la taxonomía, biología y distribución de la maleza y sus herbívoros, para posteriormente solicitar al Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) el permiso correspondiente de internación de los bioagentes seleccionados. Paralelamente, se establecieron contactos con investigadores extranjeros a fin de obtener su cooperación para la eventual colecta o envío de los insectos.

La selección del tipo de herbívoro a utilizar en el proyecto obedeció a la combinación de varios criterios. Primero, se prefirió bioagentes especializados en ocupar nichos en el follaje de la maleza, dada la carencia en Chile de fitófagos efectivos utilizando estructuras vegetativas del *U. europaeus*. Tal criterio sigue los lineamientos sugeridos por Harris (1991), en el sentido de atacar puntos vulnerables que afecten la competitividad y sobrevivencia de la maleza. Segundo, la disponibilidad para colectar herbívoros de reconocida especificidad, ya sea en las regiones de origen de la maleza o su obtención a través

de cooperación internacional desde países donde ya han sido introducidos (transferencia de bioagentes, Goeden y Andrés, 1999). Tercero, la factibilidad de internar poblaciones desde regiones con diferentes regímenes climáticos, a fin de facilitar su eventual adaptación en distintas áreas agroclimáticas de Chile, después de su liberación en el campo (Wapshere, 1982; Hill *et al.*, 1993).

Para la búsqueda de *A. ulicetella* en el extranjero se realizaron contactos con investigadores con el objeto de precisar los lugares y períodos más prácticos para realizar las colectas, privilegiando la obtención de pupas en la medida de lo posible. Las pupas encontradas en el matorral de *U. europaeus*, fueron extraídas cortando los brotes infestados, los que posteriormente fueron transportados hasta laboratorios de las instituciones extranjeras cooperadoras, donde las pupas fueron separadas de los brotes mediante pinzas entomológicas y depositadas en envases de cartón de 17 x 9 cm. Se agregaron tiras de viruta para proveer un lugar de reposo a los adultos que pudieran emerger durante el transporte a la cuarentena chilena, y un pequeño contenedor con agua y miel aseguró la alimentación de los adultos. En el caso de bioagentes colectados en estado larval, se procedió en igual forma, excepto que se utilizaron contenedores plásticos (Shif®) de 18 x 5 cm con tapa de Jersey 15-D, y se agregaron diariamente brotes tiernos de *U. europaeus* como alimento para el desarrollo de las larvas. Los insectos y los certificados fitosanitarios pertinentes describiendo el material biológico, se transportaron desde su país de origen hasta las oficinas del SAG del Aeropuerto Arturo Merino Benítez, Santiago, Chile, en una nevera de 17 x 30 cm de capacidad interior.

Una vez cumplidos los protocolos de internación en el aeropuerto internacional, los insectos fueron ingresados a la cuarentena del INIA en el CEE La Cruz. Los bioagentes en estado pupal fueron depositados en jaulas entomológicas del tipo diseñado por S.E. Flanders (Fisher y Andrés, 1999), hasta lograr la emergencia de los adultos.

En el caso de bioagentes internados en estado larval y que no puparon durante el viaje, se continuó alimentándolos permanentemente con brotes tiernos de *U. europaeus* en los contenedores plásticos, hasta que alcanzaron el estado de pupa. Posteriormente, las pupas fueron manejadas en jaulas de emergencia tipo Flanders.

Asimismo, en la cuarentena chilena se confirmó la identificación del bioagente y se le sometió a inspección, estudio y separación de organismos indeseables, especialmente hiperparásitos (Fisher y Andrés, 1999). Los adultos así obtenidos, fueron criados hasta completar un ciclo de vida sobre plántulas de espinillo con abundantes brotes tiernos. El hospedero natural aseguró un substrato para apareamiento y oviposición, así como para la subsecuente alimentación y refugio de las larvas de la nueva generación, a medida que eclosionaron. Previo a la autorización de levantamiento cuarentenario se remitieron especímenes de *A. ulicetella* al SAG.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se internó a la cuarentena de Chile una población de *A. ulicetella* establecida en la Isla de Hilo, Hawaii (Markin *et al.*, 1996), caracterizada por ser un híbrido de poblaciones originariamente introducidas desde Portugal (100 km al norte de Lisboa) y desde Londres (G. Markin, comunicación personal). Otras poblaciones fueron colectadas en Inglaterra, en las cercanías de las ciudades de Norwich y Plymouth (Cuadro 1).

La población de Hawaii, "ecotipo Hilo", consistió de 800 pupas colectadas en junio de 1996 en la montaña Mounakea de la Isla de Hilo, y 100 adultos posdiapáusicos previamente colectados por los investigadores del Departamento de Agricultura de Hawaii. Otros 300 especímenes adultos, donados por los científicos hawaianos, fueron enviados desde Hilo por vía aérea en noviembre de 1996. Sin embargo, este material se extravió en Miami, demorando seis días su retiro del Servicio de Aduanas y procesamiento en la cuarentena. Ello implicó un 50

% de mortalidad de los adultos durante el viaje y un significativo deterioro de las alas de los sobrevivientes, lo cual no permitió obtener una nueva generación de esta partida en cuarentena. No obstante estos inconvenientes, la colonia base de la población de Hilo introducida en junio y que sobrevivió la cuarentena, permitió iniciar su manejo de cría, lo que resultó en la obtención de nuevas generaciones en 1996, a partir de las cuales se incrementó la población hasta obtener 2.600 larvas y 3.100 adultos en 1997 (Cuadro 1).

Las poblaciones de Inglaterra consistieron de 300 larvas de distintos estadios colectadas en Norwich el 01/07/97 y 600 larvas de cuarto y quinto estadio colectadas en Plymouth, dos días más tarde (Cuadro 1). El manejo cuarentenario de las larvas tuvo serias complicaciones, debido a la gran mortalidad de larvas producto del hacinamiento, y a la alta humedad y contaminación originada por el alimento y las fecas, a que fueron expuestas durante el transporte. Este efecto fue mayor sobre las larvas de Norwich, las cuales fueron colectadas primero, y por lo tanto tuvieron mayor manipulación durante los procesos de alimentación y limpieza, previos al transporte a Chile. A pesar de la mortalidad antes señalada, las poblaciones inglesas completaron su ciclo biológico en la cuarentena, aunque solamente el ecotipo Plymouth originó una nueva generación de 2670 larvas y 265 adultos (Cuadro 1).

Las nuevas generaciones del bioagente resultantes de las crianzas sirvieron para dos propósitos: realizar la confirmación de su especificidad en condiciones cuarentenarias nacionales, lo cual ha sido documentado por Martínez (1998), y multiplicación del bioagente para implementar las liberaciones de campo en Chile.

Los resultados obtenidos en este proyecto revelaron que en Chile es posible realizar internaciones de bioagentes para el control biológico de malezas. Lo anterior se logró, a pesar de varios aspectos que dificultaron el proceso

**Cuadro 1.** Introducción y crianza cuarentenaria de la polilla *Agonopterix ulicetella* en Chile  
**Table 1.** Introduction and quarantine breeding of the moth *Agonopterix ulicetella* in Chile

Lugar de colecta	Fecha de introducción	Cantidad recibida en cuarentena	Nº de individuos criados en cuarentena				Status
			1996		1997		
			Larvas	Adultos	Larvas	Adultos	
Hilo, Hawaii	Julio 1996	800 pupas 100 adultos	1.500	1.000	2.600	3.100	Liberada de la VIII a la X Región
Norwich, UK	Julio 1997	300 larvas				7	No liberada*
Plymouth, UK	julio 1997	600 larvas			2.670	265	Liberada en la IX y X Región

\*Población no liberada por cuanto no originó una nueva generación en cuarentena.

cuarentenario. A saber, la biología del insecto de presentar una generación al año y larga diapausa, y los requisitos de completar un ciclo biológico antes de autorizar el levantamiento cuarentenario. A este respecto, cabe mencionar que países como Nueva Zelanda han debido recurrir a la internación de polillas posdiapáusicas desde Hawaii (K. Teramoto, comunicación personal) debido a las considerables dificultades para completar el ciclo biológico del insecto en la cuarentena neozelandeza. Todo lo anterior avalaría la liberación directa de especies con una generación al año, y por lo tanto de difícil crianza, una vez realizada la identificación y el examen del material internado en cuarentena para garantizar la ausencia de parásitos y entomopatógenos, lo que concuerda con lo señalado por Goeden y Andrés (1999). Es particularmente relevante tener en cuenta tal criterio para futuras introducciones de *A. ulicetella* que puedan ser requeridas para reforzar el proyecto de control biológico del espinillo en Chile.

Por otra parte, la frustrante experiencia de la alta mortalidad de las 300 polillas enviadas vía cargo aéreo desde Hawaii, sugiere la conveniencia de preferir el transporte por mano, a fin de reducir los riesgos de demoras o extravíos in-

manejables por los investigadores. La introducción de *A. ulicetella* en el estado de larva desde Inglaterra, implicó un incremento de los problemas inherentes al manejo de estados móviles de bioagentes, tales como debilitamiento de los individuos, lo cual condujo a una baja sobrevivencia. A este respecto, nuestros resultados recomiendan la colecta de pupas de *A. ulicetella* y su transporte por mano a la cuarentena chilena, para lograr una mayor sobrevivencia del bioagente hasta el estado adulto, en comparación con la colecta de larvas, y refuerzan la recomendación de Fisher y Andrés (1999) de preferir estados no móviles en un programa de introducciones. Sin embargo, hay que tener en cuenta, como en nuestro caso, que no siempre es posible precisar con anticipación la fecha más oportuna para coleccionar dichos estados de desarrollo en el país de origen, a pesar de la información proporcionada por los cooperadores internacionales. Esta dificultad para predecir los días o la semana ideal para efectuar la colecta del bioagente en su estado de pupa, es particularmente relevante en el caso de especies que tienen una sola generación al año, ya que las condiciones climáticas varían año a año, e influyen ya sea acelerando o retardando las fenologías de la maleza hospedera y de los bioagentes.

## CONCLUSIONES

Los procesos de selección, colecta, transporte, internación, cuarentena y crianza de la polilla del espinillo resultaron en la obtención de nuevas generaciones de dos poblaciones del bioagente; los ecotipos Hilo, procedente de Hawai, y Plymouth, originario de Inglaterra. La crianza y multiplicación de ambos ecotipos del bioagente, logradas en la cuarentena, permitieron completar los estudios de especificidad de hospederos e iniciar la liberación de poblaciones fundadoras de *A. ulicetella* en el campo.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a K. Teramoto, S. Matayoshi, C. Hirayama, P. Conant, del Departamento de Agricultura de Hawaii, cuya ayuda permitió la colecta y obtención de la población Hilo de *A. ulicetella*; G. Markin del USDA Forest Service, Montana, USA; R. Hill y H. Gourlay del Landcare Research, New Zealand, por los envíos de la polilla en 1986 y 1988; K. Spencer y Hugo Campos de Quiroz, por orientarnos hacia infestaciones de *U. europaeus* en Inglaterra; y a Guillermo Martínez de la Universidad Austral de Chile por su valiosa cooperación durante la fase de crianza del bioagente en la cuarentena.

## LITERATURA CITADA

- Bisby, F.A. 1981. Tribe 32 Genisteae. p. 409-425. In R.M. Polhill and P.H. Raven (ed.) *Advances in Legume Systematics*. Royal Botanic Garden, Kew, England.
- Fisher, T.W., and L.A. Andres. 1999. Quarantine. p. 103-124. In T.S. Bellows and T.W. Fisher (ed.) *Handbook of Biological Control*. Academic Press, San Diego, California, USA.
- Goeden, R.D., and L.A. Andres. 1999. Biological control of weeds in terrestrial and aquatic environments. p. 871-890. In T.S. Bellows, and T.W. Fisher (ed.) *Handbook of Biological Control*. Academic Press, San Diego, California, USA.
- Harris, P. 1991. Classical biocontrol of weeds: its definition, selection of effective agents, and administrative-political problems. Invitation paper (C.P. Alexander Fund.). *Can. Entomol.* 123:827-849.
- Hill, R.L., A.H. Gourlay and C.J. Winks. 1993. Choosing gorse spider mite strains to improve establishment in different climates. p. 337-383. In Prestidge (ed.). VI Australian Conference on Grassland Invertebrate Ecology. 17-19 February. Hamilton, New Zealand.
- Hill, R.L., D.J. O'Donnell, A.H. Gourlay, and C.B. Speed. 1995. Suitability of *Agonopterix ulicetella* (Lepidoptera: Oecophoridae) as a control for *Ulex europaeus* (Fabaceae: Genisteae) in New Zealand. *Biocontrol Science and Technology* 5:3-10.
- Markin, G.P., E.R. Yoshioka, and P. Conant. 1996. Biological control of gorse in Hawaii. p. 371-375. In V.C. Moran and J.H. Hoffmann (ed.) IX International Symposium on Biological Control of Weeds. 19-26 January. University of Cape Town, Stellenbosch, South Africa.
- Martínez, G. 1998. Estudio de especificidad de los bioagentes *Tetranychus lintearius* Dufour y *Agonopterix ulicetella* (Stainton), introducidos para el control biológico de la maleza *Ulex europaeus* L. 158 p. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- Mathei, O. 1995. Manual de las malezas que crecen en Chile. p. 258. Alfabeto Impresores, Santiago, Chile.
- Norambuena, H., R. Carrillo, y M. Neira. 1986. Introducción, establecimiento y potencial de *Apion ulicis* como antagonista de *Ulex europaeus* en el sur de Chile. *Entomophaga* 31:3-10.

- Norambuena, H. 1995. Impact of *Apion ulicis* Forster (Coleoptera: Apionidae) on gorse *Ulex europaeus* L. (Fabaceae) in agricultural and silvicultural habitats in Southern Chile. 145 p. Ph. D. Thesis. Washington State Univ., Pullman, Washington, USA.
- Norambuena, H., and G.L. Piper. 2000. Impact of *Apion ulicis* Forster on *Ulex europaeus* L. seed dispersal. *Biological Control* 17:267-271.
- Schroeder, D., and H. Zwölfer. 1970. Studies on insects associated with gorse, *Ulex europaeus* L. p. 55-58. In F.J. Simmonds (ed.) 1 International Symposium on Biological Control of Weeds, Trinidad. March 1969. Commonwealth Agricultural Bureaux, England.
- Wapshere, A.J. 1982. Discovery and testing of a climatically adapted strain of *Longitarsus jacobaeae* (Col.: Chrysomelidae) for Australia. *Entomophaga* 28:27-32.
- Wapshere, A.J., E.S. Delfosee, and J.M. Cullen. 1989. Recent developments in biological control of weeds. *Crop Prot.* 8:227-250.