

# ENSAYOS PARA EL CONTROL INTEGRADO DEL GORGOJO DEL ABETO (*HYLOBIUS ABIETIS*) Y PERSPECTIVAS ACTUALES

**Ignacio Armendáriz González**

Centro de Agricultura Ecológica y de Montaña (CAEM). INIA. Av. de España 43. 10600-PLASENCIA (Cáceres, España). Correo electrónico: armendariz.ignacio@inia.es

## Resumen

El gorgojo del abeto, *Hylobius abietis* (L.) causa numerosos problemas en las repoblaciones de coníferas en el norte y este de Europa, siendo considerado como la plaga más importante. La restricción de materias activas dentro de la Unión Europea y la extensión de la plaga en regiones más meridionales enfatiza la importancia de un control integrado con tres elementos: A/ Aplicación de *Phlebiopsis gigantea* para acelerar la descomposición de los tocones, B/ nematodos entomopatógenos para controlar las poblaciones de larvas y adultos y C/ adultos del himenóptero parasitoide *Bracon hylobii*. Entre 1998 y 2000 dentro de un Proyecto Europeo se realizaron experimentos en laboratorio empleando 2 poblaciones británicas de nematodos entomopatógenos (*Heterorhabditis megidis* y *Steinernema carpocapsae*), larvas y adultos del coleóptero, una cepa de *P. gigantea* y adultos de *B. hylobii*. Se comprueba la compatibilidad en laboratorio de los tres elementos de control, pudiéndose emplear en conjunto. Se revisa la perspectiva actual del problema en Europa.

Palabras clave: *Repoblaciones, Plagas, Nematodos, Phlebiopsis gigantea, Braconidos*

## INTRODUCCIÓN

El gorgojo del abeto (*Hylobius abietis* L.) es una plaga importante en las reforestaciones de coníferas en el norte y este de Europa, motivando importantes gastos en tratamientos insecticidas, siendo los adultos atraídos por los volátiles de los árboles cortados o dañados (DILLON et al., 2006). Las larvas se desarrollan en el floema y los adultos emergentes se alimentan de las plántulas de coníferas y otras leñosas (LEATHER et al., 1999). Esta alimentación produce deformaciones, reduce el crecimiento y aumenta la mortalidad de los árboles plantados (EIDMANN & LINDELÖW, 1997). En condiciones naturales el período de desarrollo de huevo a adulto en tocones es de 12 a 36 meses, dependiendo de la temperatura y de la especie

arbórea (LEATHER et al., 1999). Las plantas más susceptibles son los árboles jóvenes, cuyo anillamiento en la corteza por alimentación de los adultos provoca su muerte, esperándose ataques serios hasta los 5 años de plantación.

En los últimos años esta especie ha ido aumentando su incidencia hacia zonas más meridionales del continente, como es el caso del País Vasco a finales de los años 80 (COBOS-SUÁREZ Y RUIZ-URRESTARAZU, 1990). El tratamiento habitual en Irlanda y Reino Unido es la aplicación preventiva de  $\alpha$ -cipermetrina en pre y post plantación. La reducción progresiva de sustancias activas permitidas por la Unión Europea, así como su impacto en el medio ambiente, justifica las investigaciones en métodos de control integrados. Dentro del Proyecto “*Compatibility*

of biocontrol for the greater pine weevil, *Hylobius abietis*, in reforestation” financiado por la UE, se realizaron entre 1998 y 2000 diversos experimentos tendientes a comprobar la compatibilidad de tres elementos de control de la plaga: nematodos entomopatógenos, hongos entomopatógenos y un himenóptero braconido parasitoide, con el objetivo de comprobar su compatibilidad, descartando fenómenos de competencia y de predación intragremial.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se emplearon 2 cepas británicas de nematodos entomopatógenos: *Steinernema carpocapsae* (UK) y *Heterorhabditis megidis* (UK 211), larvas comerciales de *Galleria mellonella*, poblaciones irlandesas de *H. abietis*, una cepa de *Phlebiopsis gigantea* de la ATTC Collection (n° 38.030) y una población norirlandesa de *B. hylobii* mantenida en la Universidad de Coleraine (Belfast, Irlanda del Norte). Los nematodos fueron criados en larvas de *G. mellonella* de último estadio, lavados y mantenidos a 9°C. La población de *B. hylobii* fue mantenida sobre larvas de *H. abietis*. *P. gigantea* fue cultivada en max agar bajo luz negra para facilitar su esporulación.

Los ensayos planteados fueron (1) Nematodos versus *H. abietis* en presencia/ausencia del hongo; se empleó madera de *Picea sitkensis* en contenedores de plástico y arena húmeda,

con 15 larvas/ensayo y (2) *B. hylobii* versus *H. abietis* en presencia/ausencia de nematodos. La exposición de larvas de *H. abietis* a *B. hylobii* fue realizada en placas Petri de 90 mm, con celdillas que confinaban a las larvas del coleóptero con una tela con agujeros, que permitía el paso del oviscapto. Los experimentos fueron realizados por duplicado y a temperatura ambiente en laboratorio. Los nematodos se aplicaron en papel de filtro en placas Petri de 9 cm.

Para comprobar la infectividad de los nematodos sobre pupas y adultos de *B. hylobii* 20 pupas del himenóptero fueron colocadas en dos placas Petri de 50 mm. conteniendo 4.000 larvas de primer estadio de *H. megidis* o de *S. carpocapsae* en papel de filtro húmedo y dos controles, sin nematodos. Cada placa Petri fue colocada en un frasco de vidrio de 300 ml, a donde los adultos emergidos podían emigrar huyendo de los nematodos. Los adultos muertos fueron incubados por separado en viales para confirmar la presencia de nematodos. Las pupas no emergidas fueron diseccionadas. Los resultados del primer grupo de experimentos aparecen pormenorizados en ARMENDÁRIZ et al. (2002).

## RESULTADOS

### Nematodos y hongos

La Figura 1 indica la infectividad de las dos especies de nematodos sobre larvas de *H. abie-*

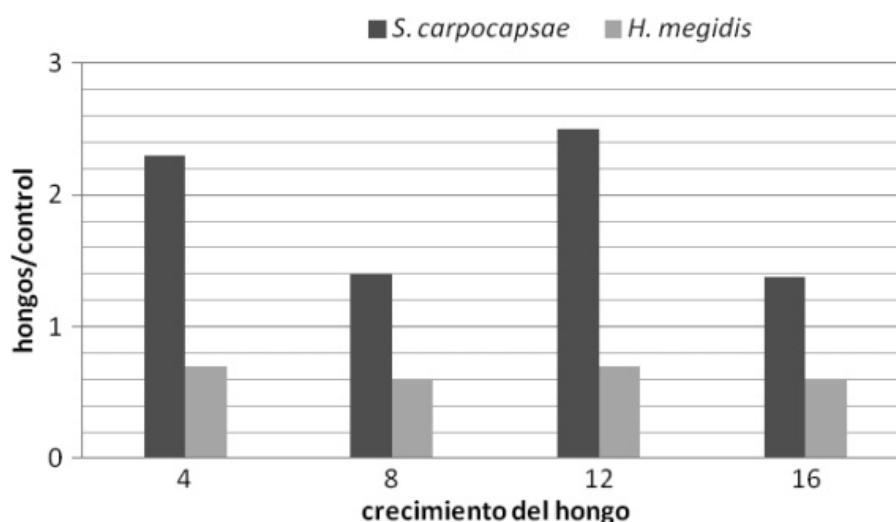


Figura 1. Infectividad de *S. carpocapsae* y *H. megidis* sobre larvas de *H. abietis* en madera inoculada con *F. gigantea* entre 4 y 16 semanas después de la inoculación. Tomado de ARMENDÁRIZ et al. (2002)

tis en presencia o ausencia *P. gigantea* con diferente tiempo de desarrollo. Tomando como unidad el control (madera fresca sin hongos) se puede constatar como *S. carpocapsae* se ve favorecida por la presencia del hongo mientras que *H. megidis* alcanza al menos un 60% de la infectividad del control. Un análisis de ANOVA de dos factores (hongos y nematodos) muestra que el tiempo de crecimiento de los hongos no afecta a la relación de los nematodos infectando en hongos/control ( $p > 0,05$ ) pero que la especie de nematodo sí la afecta ( $p = 0,062$ ).

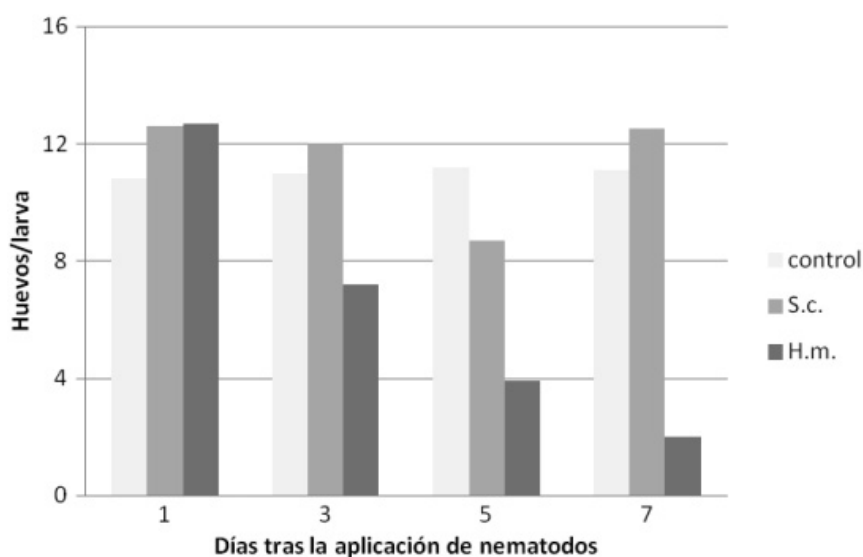
### Oviposición de *B. hylobii* en larvas del coleóptero infectadas por nematodos

La Figura 2 muestra la oviposición de hembras de *B. hylobii* sobre larvas de *H. abietis* infectadas con nematodos tras períodos de entre 1 y 7 días. El número de huevos del parasitoides depositados por larva del coleóptero fue similar en los grupos de control y en las larvas tratadas con *S. carpocapsae*, mientras que cuando se

aplica *H. megidis* decrece fuertemente a medida que avanza el tiempo de actividad de los nematodos. Con esta especie ninguna de las larvas de *B. hylobii* logra completar su ciclo, mientras que ello sí es posible cuando el nematodo empleado es *S. carpocapsae*. El test de Chi-cuadrado indica que las larvas muertas por los nematodos (datos combinados de ambas especies) fueron aceptadas para oviposición significativamente menos que las larvas de control, no infectadas de nematodos (Chi-cuadrado = 114, 1 gl,  $p < 0,001$ ).

### Infectividad de los nematodos sobre pupas y adultos de *B. hylobii*

La Tabla 1 indica el número de pupas emergidas en cada tratamiento así como el número de adultos infectados por nematodos. Se comprueba como la presencia de nematodos no altera la emergencia de las pupas, que en ningún caso aparecen infectadas. La infección de adultos por nematodos es mayor en *S. carpocapsae* que en *H. megidis* pero nunca sobrepasa al tercio de los mismos. La



**Figura 2.** Número de huevos depositados por *B. hylobii* en larvas de *H. abietis* previamente expuestas a *S. carpocapsae* (*S. c.*) y *H. megidis* (*H. m.*) o a agua (control)

| Tratamiento           | Número de <i>B. hylobii</i> adultos emergidos | % de <i>B. hylobii</i> adultos infectados por nematodos |
|-----------------------|---|---|
| Control               | 17,5 (1,5)                                    | 0   |
| <i>S. carpocapsae</i> | 19,5 (1,0)                                    | 31,6  |
| <i>H. megidis</i>     | 18,5 (0,5)                                    | 24,3  |

**Tabla 1.** Efectos de la exposición de pupas de *B. hylobii* a *H. megidis* y *S. carpocapsae* en la emergencia e infección de *B. hylobii* adultos. Media +  $\alpha$  en dos repeticiones con 20 pupas/réplica

diferencia en el índice de infección entre las dos especies de nematodos fue comparada por análisis del chi-cuadrado y era altamente significativa (Chi-cuadrado = 46,8, 1 gl,  $p < 0.001$ ).

## DISCUSIÓN

Los experimentos realizados permitieron validar la compatibilidad parcial del uso de los tres elementos de control empleados, ya que la presencia del hongo no invalida la efectividad de los nematodos y éstos son parcialmente compatibles con el braconido. De las dos poblaciones de nematodos empleados *S. carpocapsae* presenta un mejor funcionamiento al aumentar su infectividad en presencia del hongo e interferir en menor medida con el braconido. Un efecto de facilitación física por la labor del hongo puede explicar este aumento de infectividad (ARMENDÁRIZ et al., 2002). Sorprendentemente *H. megidis* es una especie de hábitos más dinámicos en la búsqueda de presas con lo que cabría esperar una mayor infectividad en los experimentos realizados que en el caso de *S. carpocapsae*, cuya estrategia consiste en esperar a la presa. Otras especies de nematodos deben ser probados. Por otro lado hay evidencias de que *P. gigantea* provoca cambios en la cantidad y composición de los volátiles emitidos por el árbol infectado, haciéndolo menos atractivo para las larvas del coleóptero (SKRZECZ & MOORE, 1997). Falta comprobar el efecto del hongo en la actividad del braconido.

Las hembras de *B. hylobii* discriminan a las larvas de *H. abietis* parasitadas con nematodos, evitándolas si tiene la opción, y el impacto esperable entre nematodos y braconidos en condiciones de campo debe ser mínimo (EVERARD et al., 2009). MBATA & SHAPIRO-ILAN (2010) encuentran una compatibilidad semejante entre el braconido *Habrobracon hebetor* y *Heterorhabditis indica* en el control del lepidóptero *Plodia interpunctella*, además de un mejor control cuando se emplean ambas especies. Aplicaciones masivas de nematodos en campo han demostrado una efectividad aceptable, especialmente para la especie *H. downesi* que parasita entre el 55-63% de las larvas en tocones (DILLON et al., 2006) y reduce entre 79 y 85% la emergencia de adultos (DILLON et al., 2007).

## Perspectivas actuales

Para el control de *H. abietis* en la literatura existen diversas acciones propuestas como:

- 1/ Remoción de cortezas, tan profundo como se pueda bajo el nivel del suelo. Esta práctica se utilizó hasta los años cincuenta. La limitación es la capacidad de las larvas de migrar hacia zonas no descortezadas (NORDENHEN & NORDLANDER, 1994).
- 2/ Remoción de los tocones: (NORDIC FOREST ENTOMOL., 1962). Esta medida supone un elevado coste, provocando además una modificación importante de las capas del suelo, favoreciendo la erosión, desagregación de suelos y pérdida de nutrientes.
- 3/ Suelos desnudos; los adultos parecen preferir suelos con plantas en condiciones de laboratorio (EIDMANN, 1979). La falta de competencia puede producir árboles más sanos y con mayor resistencia a la plaga (HENRY, 1995). Sin embargo LANGSTROM (1982) indica que la presencia de vegetación disminuye el ataque. WALLERTZ & PETERSSON (2011) revisan el efecto de protección de la escarificación del suelo, más evidente en el primer año de plantación, por la recolonización habitual de la vegetación en el 2º año; la escarificación no solo reduce el daño de *Hylobius* sino que beneficia al crecimiento radicular al incrementar la disponibilidad de agua, reducir la densidad del suelo e incrementar su temperatura.
- 4/ Corta de intensidad variable para prevenir la formación de grandes focos, alargar el ciclo biológico del insecto y aplazar la infección (BAKKE & LEKANDER, 1965). Esta medida es propuesta para Suecia, un área fría con ciclos biológicos largos (CHRISTIANSEN, 1971), pero no impide la eclosión de adultos.
- 5/ Plantaciones mixtas con frondosas (LEATHER et al., 1994). La presencia de caducifolias puede actuar como un disuasorio. En esta misma idea redundan JACTEL et al. (2005) en su revisión de la diversidad de los ecosistemas y la incidencia de plagas, menor en los más complejos, hecho ligado a tres mecanismos ecológicos: 1/ reducción de la accesibilidad de las plagas a los árboles hospederos, 2/ mayor impacto de los enemigos naturales, y 3/ efecto de diversión de una especie hospedera menos susceptible a otras más susceptibles.

- 6/ Selección de plántulas; vigorosas, de 3 a 4 años de antigüedad y con buenos aparatos radiculares (EIDMANN, 1979). No todas las especies de coníferas son igualmente susceptibles, presentando *Pinus nigra* laricio mayor resistencia, fenómeno relacionado con el flujo abundante de resina (WAINHOUSE et al., 2007). La susceptibilidad aumenta sucesivamente en *P. sylvestris* y en *Picea sitchensis*. El abonado favorece una más rápida implantación que aumenta la resistencia a los ataques (WALLERTZ & PETERSSON, 2011), aunque el abonado fosfórico favorece el ataque del coleóptero (ZAS et al., 2006).
- 7/ Retraso en 3 o 4 años en la replantación de árboles. Esta idea es rechazada ya que puede causar serios daños en el suelo. Hay también implicaciones económicas negativas y HENRY (1995) apunta problemas de establecimiento debidos al incremento de competición de matorral y regeneración natural. Un manejo a nivel regional es necesario para evitar la invasión desde zonas próximas, regulando el momento de la corta para disminuir la oviposición (HANSON, 1943; SCOTT & KING, 1974). FRAYSSE & SAINTONGE (1996) proponen una demora de dos a tres años en las Landas (Francia).
- 8/ Disuasión de alimentación usando verbenona (LINDGREN et al., 1996). ZUMR & STARY (1995) proponen el uso de látex en árboles jóvenes en combinación con tratamientos químicos. El limoneno ha sido reportado como repelente de los adultos (NORLANDER, 1991). BOHMAN et al. (2008) estudian los fenilpropaenoides como sustancias prometedoras en la disuasión alimenticia de esta especie.
- 9/ Barreras físicas. HENRY (1995) revisa esta posibilidad y la rechaza por dificultades de aplicación, costo, daño para las plantas e inadecuada efectividad. Sin embargo EIDMANN et al. (1996) muestran un alto grado de protección usando barreras de PVC. WALLERTZ & PETERSSON (2011) muestran los efectos de protección del polipropileno.
- 10/ Captura masiva de adultos para reducir la población natural. Válido para áreas aisladas con baja población. SKRZECZ (1996) propone el trampeo con un atrayente (*Hylodor*). Desafortunadamente la efectividad del mismo es muy reducida y no está disponible comercialmente. MALPHETES et al. (1994) proponen el monitoreo de adultos usando trampas con etanol y alfa-pineno, al igual que MOREIRA et al. (2008). Hay problemas con la migración y estado sexual y es dudoso el valor indicativo de tales estimaciones.
- 11/ Más prometedor es el monitoreo de larvas. Existen sistemas de apoyo informáticos como el de la UK Forestry Commission (<http://www.forestresearch.gov.uk/fr/INFD-6T6LP4>) para una estimación sencilla del número de larvas en tocones y la toma de decisiones respecto a la plantación y tratamientos.
- 12/ Insecticidas: para la protección de los árboles jóvenes, en aplicaciones pre y postplantación, según las legislaciones nacionales.
- 13/ Nematodos Entomopatógenos; Además de los ya citados *S. carpocapsae* y *Dirhabdilaimus leuckarti* son reportados por PYE & BURMAN (1977) quienes estudian la infección en condiciones de laboratorio. BURMAN & PYE (1979) usan *S. carpocapsae* en experimentos de campo. HERITAGE (1996) en un informe forestal para el Reino Unido afirma que el uso de nematodos puede reducir las poblaciones de larvas, pupas y adultos en los tocones hasta en un 98%. La efectividad de los nematodos está condicionada por la temperatura y humedad del suelo. Existen varias especies comercialmente disponibles.
- 14/ Hongos; *P. gigantea*, SKRZECZ (1994, 1996). Este hongo reduce la oviposición y el valor nutritivo de la corteza y es usado para controlar la infección de *Heterobasidion annosum*. WEGENSTEINER & FÜRHER (1988) proponen *Beauveria bassiana*.
- 15/ Parasitoides: hay una larga lista de enemigos naturales y competidores. Muchos de ellos están muy restringidos numéricamente y geográficamente y su eficacia en el control no está probada. Entre los Braconídeos destaca *B. hylobii*. Teóricamente este insecto es capaz de controlar las poblaciones del gorgojo en varios años si se realizan liberaciones masivas (HENRY, 1995). Desafortunadamente no están disponibles comercialmente y, a falta de una dieta artificial, deben ser criados en larvas de *H. abietis*.
- Por lo visto anteriormente son varios los frentes a profundizar para el establecimiento de

métodos efectivos de control integrado de esta plaga, entre los que destacan la aplicación de nematodos entomopatógenos, la selección de clones vegetales resistentes, el monitoreo y el manejo a nivel regional y la formulación de feromonas efectivas para la captura de adultos.

### Agradecimientos

A los Dres. Christine Griffin y Martin Downes de la NUI de Maynooth (Irlanda) y al Dr. Clift Henry de la University of Ulster (Irlanda del Norte).

### BIBLIOGRAFÍA

- ARMENDÁRIZ, I.; DOWNES, M.J. & GRIFFIN, C.; 2002. Effect of timber condition on parasitization of pine weevil (*Hylobius abietis* L.) larvae by entomopathogenic nematodes under laboratory conditions. *Biocontrol, Sci. Techno.* 12: 225-233.
- BAKKE, A. & LEKANDER, B.; 1965. Studies on *Hylobius abietis* L. II. The influence of exposure on the development and production of *Hylobius abietis*, illustrated through one Norwegian and one Swedish experiment. *Medd. Norske Skogfors.* 20(73): 117-135.
- BOHMAN, B.; NORDLANDER, G.; NORDENHEM, H.; SUNNERHEIM, K.; BORG-KARLSON, A.K. & UNELIUS, C.R.; 2008. Structure-activity relationships of phenylpropanoids as antifeedants for the pine weevil *Hylobius abietis*. *J. Chem. Ecol.* 34: 339-352.
- BURMAN, M. & PYE, A.E.; 1979. Preliminary field trial of the nematode *Neoaplectana carpocapsae* against larvae of the large pine weevil, *Hylobius abietis* (Coleoptera, Curculionidae). *Ann. Entomol. Fenn.* 45(3): 88.
- CHRISTIANSEN, E.; 1971. Laboratory study on factors influencing pre-imaginal development in *Hylobius abietis* L. (Col., Curculionidae). *Norsk. Ent. Tidsskr.* 18: 1-8.
- COBOS-SUAREZ, J.M. Y RUIZ-URRESTARAZU, M.M.; 1990. Problemas fitosanitarios de la especie *Pinus radiata* D. Don en España, con especial referencia al País Vasco. *Bol. San. Veg. Plagas* 16: 37-53.
- DILLON, A.; WARD, D.; DOWNES, M.J. & GRIFFIN, C.T.; 2006. Suppression of the large pine weevil *Hylobius abietis* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) by entomopathogenic nematodes with different foraging strategies. *Biol. Control* 38: 217-226.
- DILLON, A.; DOWNES, M.J.; WARD, D. & GRIFFIN, C.T.; 2007. Optimizing application of entomopathogenic nematodes to manage large pine weevil, *Hylobius abietis* L. (Coleoptera: Curculionidae) populations developing in pine stumps *Pinus sylvestris*. *Biol. Control* 40: 253-263.
- EIDMANN, H.H.; 1979. Integrated management of pine weevil (*Hylobius abietis* L.) populations in Sweden. *Current Topics in Forest Entomolog.* 8: 103-109.
- EIDMANN, H.H.; NORDENHEM, H & WESLIEN, J.; 1996. Physical protection of conifer seedlings against pine weevil feeding. *Scand. J. For. Res.* 11: 68-75.
- EIDMANN, H.H. & LINDELÖW, A.; 1997. Estimates and measurements of pine weevil feeding on conifer seedlings: their relationships and application. *Can. J. For. Res.* 27: 1068-1073.
- EVERARD, A.; GRIFFIN, C.T. & DILLON, A.B.; 2009. Competition and intraguild predation between the braconid parasitoid *Bracon hylobii* and the entomopathogenic nematode *Heterorhabditis downesi*, natural enemies of the large pine weevil, *Hylobius abietis*. *B. Entomol. Res.* 99: 151-161.
- FRAYSSE, J.Y. & SAINTONGE, F.X.; 1996. Reboisements: du nouveau contre l'hylobe pour le pin maritime. *Informations-Forêt* 4, Fiche 537: 1-6.
- HANSON, H.S.; 1943. The control of bark beetles and weevils in coniferous forest in Britain. *The Scottish Forestry Journal* 57: 19-45.
- HENRY, C.; 1995. *The effect of a braconid ectoparasitoid, Bracon hylobii* Ratz., on larval populations of the large pine weevil, *Hylobius abietis*. Ph.D. Thesis, University of Ulster.
- HERITAGE, S.; 1996. *Protecting plants from damage by the large pine weevil and black pine beetles*. Research Information Note 268, 8 pp.
- JACTEL, H.E.; BROCKERHOFF & DUELLI P.; 2005. A test of the biodiversity-stability theory:

- meta-analysis of tree species diversity effects on insect pest infestations, and re-examination of responsible factors. *Ecological Studies* 176: 235-262.
- LANGSTROM, B.; 1982. Abundance and seasonal activity of adult *Hylobius abietis* in reforestation areas during first years following final felling. *Commun. Inst. For. Fenn.* 106: 1-22.
- LEATHER, S.R.; AHMED, S.I. & HOGAN, L.; 1994. Adult feeding preferences of the large pine weevil, *Hylobius abietis* (Coleoptera: Curculionidae). *Eur. J. Entomol.* 91: 385-389.
- LEATHER, S.R.; DAY, K.R. & SALISBURY, A.N.; 1999. The biology and ecology of the large pine weevil, *Hylobius abietis* (Coleoptera: Curculionidae): a problem of dispersal? *B. Entomol. Res.* 89: 3-16.
- LINDGREN B.S.; NORLANDER, G. & BIRGERSSON, G.; 1996. Feeding deterrence of verbenone to the pine weevil, *Hylobius abietis* (L.) (Col. Curculionidae). *J. Appl. Ent.* 120: 397-403.
- MALPHETES, C.B.; FOURGERES, D. & SAINTONGE, F.X.; 1994. Study of sexual development of Large Pine Weevil Females (*Hylobius abietis* L.) (Coleoptera, Curculionidae) caught in kairomones baited pitfall traps. *Anz. Schadlingskd Pfl.* 67: 147-155.
- MBATA, G.N. & SHAPIRO-ILAN, D.I.; 2010. Compatibility of *Heterorhabditis indica* (Rhabditida: Heterorhabditidae) and *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae) for biological control of *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae). *Biol. Control* 54: 75-82.
- MOREIRA, X.; COSTA, R.; SAMPREDO, L. & ZAS, R.; 2008. A simple method for trapping *Hylobius abietis* (L.) alive in northern Spain. *Inv. Agraria; Sist. Rec. For.* 17(2): 188-192.
- NORDENHEN, H. & NORDLANDER, G.; 1994. Olfactory oriented migration through soil by root-living *Hylobius abietis* (L.) larvae (Col., Curculionidae). *J. Appl. Ent.* 117: 457-462.
- NORDIC FOREST ENTOMOLOGICAL RESEARCH GROUP; 1962. Studies on *Hylobius abietis* L. I. Development and cycle life in the Nordic countries. *Ann. Ent. Fenn.* 17: 1-106.
- NORDLANDER, G.; 1991. Host finding in the pine weevil *Hylobius abietis*: effects of conifer volatiles and added limonene. *Entomol. Exp. Appl.* 59: 229-237.
- PYE, A.E. & BURMAN, M.; 1977. Pathogenicity of the nematode *Neoaplectana carpocapsae* (Rhabditida: Steinernematidae) and certain microorganism towards the large pine weevil, *Hylobius abietis* (Coleoptera, Curculionidae). *Ann. Ent. Fenn.* 43: 115-119.
- SCOTT, T.M. & KING, C.J.; 1974. The large pine weevil and black pine beetles. *Forestry Commission Leaflet* 581-12.
- SKRZECZ, I.; 1994. The biological method for *Hylobius abietis* control. From biological and integrated forest protection. *In: Proc. of the International Symposium:* 89-91. Forest Research Institute. Warsach.
- SKRZECZ, I.; 1996. Impact of *Phlebiopsis gigantea* (Fr.: Fr.) Donk on the colonisation of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) stumps by the large pine weevil (*Hylobius abietis* L.). *Folia Forest. Polonica* 38: 89-101.
- SKRZECZ, I. & MOORE, R.; 1997. The attractiveness of pine branches infected with selected wood-colonising fungi to the large pine weevil (*Hylobius abietis*). *In: J.C. Gregoire, A.M. Liebhold, F.M. Stephen, K.R. Day & S.M. Salom (eds.), Integrating cultural tactics into the management of bark beetles and reforestation pests:* 146-152. USDA Forest Service General Technical Report NE-236.
- WAINHOUSE, D.; BROUGH, S. & GREENACRE, B.; 2007. Managing the pine weevil on lowland pine. *Forestry Commission Practice*, note 14.
- WALLERTZ, C. & PETERSSON, M.; 2011. Pine weevil damage to Norway spruce seedlings: effects of nutrient-loading, soil inversion and physical protection during seedling establishment. *Agric. Forest Entomol.* 13: 413-421.
- WEGENSTEINER, R. & FÜRHER, E.; 1988. The efficiency of *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. against *Hylobius abietis* L. (Col. Curculionidae). *Entomophaga* 33(3): 339-348.
- ZAS, R.; SAMPEDRO, L.; PRADA, E.; LOMBARDERO, M.J. & FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; 2006. Fertilization increases *Hylobius abietis* L. damage in *Pinus pinaster* Ait. seedlings. *Forest Ecol. Manage.* 222: 137-144.
- ZUMR, V. & STARY, P.; 1995. Latex paint as an antifeedant against *Hylobius abietis* (L.) (Col. Curculionidae) on conifer seedlings. *Anz. Schadlingskd Pfl.* 68: 42-43.