

Uso de curculiónidos seminívoros como controladores biológicos

María Pilar GURREA SANZ¹

⁽¹⁾ Depto. Biología, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Madrid, Ciudad Universitaria de Cantoblanco, 28049 Madrid.

Resumen: Las semillas de las plantas constituyen un importante recurso alimenticio para gran número de artrópodos. A lo largo del presente artículo se comentan las principales características de la relación planta-insecto seminívoro, los mecanismos de defensa y respuesta biológica de unas y otros, así como el uso que la especie humana hace de los insectos seminívoros como controladores biológicos de plantas invasoras de cultivos.

Las semillas fuente de alimento

Las semillas son los elementos vegetales encargados de la reproducción y dispersión de las plantas. Los tejidos de estos embriones vegetales sirven de alimento a la vez que de refugio a numerosos seres vivos especialmente a los insectos. Una característica de gran importancia biológica es que en las semillas va incluido el patrimonio genético de la especie vegetal a la que pertenece de tal manera que se puede decir que los bancos de semillas que tapizan la superficie de la tierra son auténticos reservorios de diversidad vegetal.

El especial valor nutritivo de las semillas de las plantas ha sido ampliamente explotado por la Humanidad, por lo que no sorprende que una serie de grupos de coleópteros utilicen este recurso alimenticio rico en proteínas, hidratos de carbono y grasas, entre otras sustancias. Es un recurso muy abundante que conserva inalterables sus propiedades durante bastante tiempo debido a su bajo contenido en agua. La producción anual de semillas / planta varía considerablemente de unas plantas a otras y de unas especies a otras. Muchos coleópteros aprovechan diversos tipos de semillas, tales como cereales almacenados o semillas en formación del interior de diversos frutos o legumbres. Este alimento ha llegado a ser utilizado tan eficazmente que algunos autores opinan que los carpelos cerrados de las Angiospermas se desarrollaron originalmente para proteger las semillas en desarrollo de los coleópteros (Takhtajan, 1969 *in* Crowson, 1981).

El **hábito seminívoro** está muy estructurado e indica una coevolución a nivel químico, espacial y temporal, en la que se ven implicados numerosos factores que influyen de forma importante en el número de seminívoros que lleva asociado una determinada especie vegetal (Janzen, 1971).

Muchos órdenes diferentes de insectos utilizan las semillas, pero pueden hacerlo de muy distintas formas. Algunos lo hacen transportándolas y almacenándolas en sus nidos, como es el caso de las hormigas, para disponer de ellas a medida que las van necesitando. También entre los coleópteros, como ciertos Carábidos, existen especies consumidoras de semillas tanto en estado adulto como larvario, aunque lo normal es que el adulto recoja las semillas del suelo y se las lleve a comer a otra parte, como hacen las hormigas; son lo

que podríamos llamar 'recolectores de semillas'. Sin embargo, entre los coleópteros Polífaga, se encuentran las familias de los que habitualmente llamamos 'gorgojos' (Brúquidos, Curculiónidos s.l., Antríbidos) que son los seminívoros en el sentido más estricto. Para ellos las semillas suelen servir de alimento exclusivamente a las larvas, porque los adultos con cierta frecuencia se alimentan o bien de las partes verdes de la planta productora de semillas o bien de otras especies de plantas.

En los Curculiónidos seminívoros, caracterizados por su cabeza alargada en un llamativo e inconfundible rostro, las relaciones biológicas que establecen con su planta nutricia son tan estrechas que hasta los más mínimos detalles del comportamiento del insecto, como la elección del estado de madurez de la planta, el lugar y el momento en el que ha de depositar los huevos o los movimientos de las ♀♀, responden a las características morfológicas y biológicas de las plantas.

La propia morfología de los huevos, con un corion finísimo que obliga a que sean cuidadosamente depositados en el interior protector de la legumbre y las pequeñas larvas blanquecinas escasamente pigmentadas y ápodas, dotadas de robustas mandíbulas, nos indican que están preparadas para desarrollarse en el interior de tejidos vegetales.

Semillas y seminívoros

El **ciclo biológico del insecto seminívoro** es lo que mejor define la estrategia vital de los insectos que viven de las semillas. En los que están asociados a leguminosas, comienza con la aparición de machos y hembras en el campo, justo en el momento en que las plantas comienzan a brotar después del invierno. A medida que se van cubriendo de hojas y los botones florales se hacen patentes, va incrementándose el número de insectos, hasta alcanzar el máximo anual de la población. Se alimentan de las hojas nuevas, roen los tallos tiernos de las plantas a lo largo de toda la primavera, se aparean y visitan las plantas vecinas aprovechando la capacidad de dispersión que les brindan sus alas. De estas

plantas, algunas son utilizadas simplemente para solearse o refugiarse si las condiciones son adversas, pero no todas forman parte de su dieta alimenticia. Otras sin embargo serán utilizadas para la alimentación y puesta.

Las hembras, después del apareamiento, buscan el lugar de puesta detectando las características químicas y físicas específicas indispensables en las plantas para garantizar la viabilidad de la descendencia. Con las antenas exploran la superficie de las vainas de las legumbres. En el sitio apropiado practican un orificio con las mandíbulas, situadas en el caso de los Curculiónidos en el extremo de su largo rostro, y dándose la vuelta para colocar el extremo del abdomen en la entrada del agujero practicado, depositan los huevos en el interior de las legumbres, al lado de las semillas verdes pero ya formadas (en el caso de los Brúquidos, al no tener el rostro largo, simplemente depositan el huevo en el parénquima de la legumbre y son las pequeñas larvas recién nacidas las que perforan las vainas para alcanzar las semillas).

Los huevos son puestos de uno en uno, por lo que las hembras tienen que perforar la vaina de la legumbre cada vez que ponen un huevo. En cada legumbre pueden poner más de un huevo, y al cabo de unos días nacen las pequeñas larvas, que se alimentan de las semillas en formación. Durante el desarrollo larvario, sufren sucesivas mudas. En el interior de las legumbres, estas pequeñas larvas de gorgojo, también pueden encontrarse con larvas de distintas especies de coleópteros, de dípteros o incluso de orugas de lepidópteros. Cuando llega el momento de la pupación, las legumbres están completamente maduras, y pueden alcanzar el estado adulto en ellas o en el suelo. Los jóvenes adultos suelen aparecer cuando ha finalizado el periodo de dispersión de las semillas, se alimentan durante un breve periodo de tiempo y generalmente tienen una generación anual por lo que se retiran a invernar hasta la primavera siguiente, cuando bajan las temperaturas, sin dar paso a una nueva generación.

La forma de vida de los seminívoros que se desarrollan en el interior de los frutos alimentándose de las semillas ofrece unas condiciones ventajosas porque están más protegidos de los factores ambientales y de los depredadores, pero también como consecuencia de su escasa movilidad en el interior de la semilla o del fruto, se acentúan los problemas de competencia entre los individuos de la misma o distinta especie que han de compartir el recurso alimenticio, al tiempo que aumenta igualmente la probabilidad de ser parasitados.

Janzen (1969) sugiere que los coleópteros seminívoros han debido de tener una gran influencia en la evolución de sus plantas huésped, al menos en climas templados, puesto que estos coleópteros son capaces de reducir la producción de semillas de una especie de planta en más de un 90%.

Mecanismos de defensa de las plantas

Las plantas no han permanecido ajenas a este hecho y han ido desarrollando una serie de mecanismos de defensa contra sus seminívoros de forma que han reducido notablemente la cantidad de especies de coleópteros capaces de atacarlas. A su vez, la respuesta de las distintas especies de coleópteros seminívoros ha sido desarrollar diferentes mecanismos fisiológicos o físicos bastante elaborados que les capacitan para vencer las barreras impuestas por las plantas.

La **barrera química** interpuesta por las plantas hacia sus posibles huéspedes en algunos casos, ha desembocado en

la aparición de sustancias de un elevado grado de toxicidad (Levin, 1976). Incluso la distribución de los alcaloides en el caso de diversas Leguminosas -Genisteas- es tan específico de unas especies a otras, que pueden alcanzar un gran interés quimiotaxonómico. Se ha podido comprobar que el género *Adenocarpus* está caracterizado por contener alcaloides dipiperídicos como adenocarpina, iso-orensina y santiaguina; el género *Cytisus* está caracterizado por otros alcaloides quinolizídicos, tetracíclicos saturados como esparteína, lupanina, hidroxil-13 lupanina y su éster, la cineverina y por último, los géneros *Genista*, *Echinospartum* y *Stauracanthus*, se distinguen netamente de *Cytisus* por la presencia de derivados dipiperídicos como la anagrina, cytisina y metil-cytisina (Faugeras *et al.*, 1973).

La toxicidad alcanza incluso al hombre. Se sabe que las dietas basadas en determinadas especies de leguminosas puede producir 'latiritis'. La elevada toxicidad de las semillas de las plantas del género *Laburnum* ocasiona en Europa la muerte de los niños que comen sus atractivas semillas o del género *Erythrina* en zonas tropicales. Las sustancias tóxicas que almacenan las plantas en sus semillas han sido eficazmente asimiladas o bien neutralizadas únicamente por un reducido número de huéspedes, muy selectivos en lo que a sus requerimientos tróficos se refiere.

Los alcaloides sobre todo se producen especialmente en las semillas de ciertas plantas. En muchas leguminosas aparecen con suficiente concentración, frecuencia y diversidad, como para hacer que se produzca una gran diversidad en la especificidad del huésped y por ello, la mayoría de los seminívoros se alimentan de unas pocas especies de plantas muy relacionadas entre sí, mientras que los defoliadores generalmente poseen un espectro alimenticio mucho más amplio.

Barreras fenológicas, morfológicas y generacionales. En el primer caso, se produce un cambio en el periodo de fructificación, con lo que el insecto en el momento de realizar la puesta no encuentra plantas con legumbres disponibles para depositar los huevos. Desde el punto de vista morfológico, la existencia de pelos abundantes en la superficie de la legumbre dificulta la puesta y la progresión de las pequeñas larvas en la superficie de la legumbre; ésta es una forma bastante frecuente, entre otras muchas, de hacer inviable la reproducción del insecto. Las barreras generacionales son las que interponen las plantas que pueden producir semillas en años alternativos ocasionando dificultades a veces insalvables a los insectos seminívoros con ciclo biológico anual (Janzen, 1969).

El éxito de la expansión de una determinada especie vegetal es por tanto el balance de la relación establecida entre su capacidad de dispersión, limitada no sólo por las características abióticas del área que ocupa (altitud, latitud, tipo de suelo, temperatura, humedad, etc.) sino indudablemente también por la capacidad de colonización de los insectos que alberga.

El resultado de la acción de éstos y otros muchos factores moduladores se han visto reflejados como ya hemos comentado en la morfología de algunos Curculiónidos (adultos con rostro largo, larvas ápodas) y otros coleópteros seminívoros, en relación con la morfología de las plantas, que explican la posición de los carpelos o el tamaño y forma de las semillas a las que están asociados entre otros caracteres.

Un ejemplo de esto son las estrategias seguidas por una leguminosa de América Central: *Enterolobium cyclocarpum*,

que evita el ataque de los Brúquidos que se alimentan de sus semillas produciendo un escaso número de éstas que, además, tienen un peso insuficiente para el desarrollo de los insectos (Janzen, 1969).

La respuesta biológica de los insectos

La respuesta biológica de los insectos para aprovechar los recursos ha sido múltiple y diversa, siendo la especificidad una de las del tipo más extendido y rentable.

Capacidad de detoxificación: Los insectos seminívoros pueden evitar la toxicidad de las semillas porque son capaces de acumular en sus tejidos aminoácidos como la canavanina, que son tóxicos para otros insectos, o bien pueden neutralizar la acción de éstos tóxicos por la acción de la ureasa de su buche. Según Bell (1977), los enzimas inhibidores son con frecuencia aminoácidos especiales, que se diferencian muy poco de los aminoácidos encargados de la formación de proteínas y de otras funciones celulares. Se ha demostrado que la arginyl-tRNA sintetasa de las larvas de los Brúquidos que se alimentan de *Dioclea megacarpa*, cuyas semillas son muy ricas en canavanina, discriminan entre la L-arginina y la L-canavanina ya que la última no está incorporada en sus proteínas.

Cambios en la fenología. La **sincronización** de los ciclos biológicos insecto-planta garantiza el éxito de una relación nada favorable para las plantas. Esta sincronización ha sido muy estudiada, entre otros, por Parnell (1966) y Cowley (1983) en especies de Curculiónidos, como *Exapion fuscirostre* que ajustan sus periodos de alimentación, apareamiento y puesta a la fenología de la planta nutricia, es decir, con la foliación, floración y fructificación. Los periodos en los que las plantas presentan frutos y semillas son con frecuencia bastante cortos por lo que los seminívoros tienen más limitado su periodo de actividad. En cambio, las especies con otros hábitos nutricios, como pueden ser los defoliadores, suelen tener un periodo de actividad más amplio, ya que la planta presenta hojas durante un periodo de tiempo más largo.

La sincronía del ciclo biológico de los seminívoros con el ciclo biológico de las plantas existe si los insectos tienen su máximo poblacional en la época de fructificación de las mismas. En este caso, uno de los mecanismos de defensa eficaces desarrollados por las plantas contra los seminívoros, es la coincidencia de todos los individuos de una determinada especie vegetal para producir semillas en masa y a la vez en un área determinada, a intervalos de 2, 3 o más años. De esta forma, durante los años en que no haya producción de semillas hay poco o ningún alimento para los seminívoros, haciendo inviable la existencia de aquellas especies cuyos adultos viven normalmente poco tiempo y tienen un ciclo anual. Sin embargo, ciertas especies se han adaptado a este ciclo vegetal permaneciendo también en diapausa 2, 3 o más años hasta que se produce una nueva fructificación.

La **especificidad** de insectos seminívoros hacia el sustrato vegetal ha sido la base de la explotación al máximo del recurso.

La especificidad trófica se manifiesta en muchos insectos fitófagos, y en particular en muchos Curculiónidos, que presentan alta especialización. Se presentan todos los grados de especificidad, desde la oligofagia más estricta (se

desarrollan únicamente en una especie de planta) hasta la polifagia (más frecuente en la fase adulta). Existen algunas especies de Curculiónidos que se alimentan de la misma especie vegetal, o incluso se desarrollan a la vez dentro de la misma semilla. Se ha podido comprobar que las semillas de ciertas leguminosas de América Central, como *Dioclea reflexa* y *Mucuna rostrata*, pueden desarrollar en su interior hasta 25 individuos que con frecuencia no consumen completamente la semilla (Vaurie, 1950; Janzen, 1980). Según los trabajos que hemos realizado (Gurrea *et al.*, 1988 y 1991; Sanz *et al.*, 1989) ha sido comprobado que en líneas generales el hábito seminívoro de los Curculiónidos asociados a Genisteas en la Península Ibérica se produce sólo en estado larvario, y es en esta etapa del ciclo donde mejor se manifiesta su especificidad en la Península Ibérica, mientras que en la fase adulta lleva una vida ectófito sobre las mismas especies vegetales que las larvas o en otras diferentes.

Patrones de comportamiento. Cuando varias especies utilizan una misma fuente nutricia se pueden producir interferencias entre ellas que son resueñas de diversas formas según las características de las plantas.

Johnson (1981) en su trabajo sobre 16 especies de seminívoros, en este caso Brúquidos, que atacan a las semillas de 23 especies de leguminosas en Arizona, Méjico, América Central y América del Sur, explica la existencia de tres tipos de Brúquidos que atacan las semillas de las legumbres en diferentes momentos y por distintos caminos. Distingue entre los que ovopositan sobre la vaina de las semillas, los que ovopositan en las semillas del interior de las legumbres que están en la planta y los que ovopositan sobre las semillas que ya se han dispersado y están en el suelo. Cada uno de estos tres patrones de comportamiento en la puesta aprovecha los tres patrones de dehiscencia que tienen las legumbres de estas plantas: especies con vainas dehiscentes, indehiscentes y parcialmente dehiscentes.

Otras veces, los patrones de comportamiento de las especies que atacan a las semillas se manifiestan por el lugar que ocupan para alcanzar el estado adulto, además de en la selección de la planta o el lugar de la puesta (Messina *et al.*, 1993). De acuerdo con las investigaciones que llevamos a cabo en el Sistema Central de la Península Ibérica (Gurrea *et al.*, 1991), los Curculiónidos que atacan las semillas del matorral de Genisteas despliegan dos patrones básicos de comportamiento en la elección del lugar para la pupación: por una parte podemos distinguir especies cuyas larvas alcanzan el estado adulto dentro de las legumbres como *Exapion fuscirostre*, *E. elongatissimum*, *E. putoni*, *E. laufferi* y *E. compactum* y por otra, especies cuyas larvas abandonan la legumbre para pupar en el suelo como *Pachytychius sparsutus*.

Por tanto, la mortalidad de las semillas es el factor más importante en la regulación o limitación de propagación de las plantas. El mayor perjuicio para la planta lo producen las especies seminívoras al atacar directamente a los órganos reproductores. Según Janzen (1969) algunos autores aseguran que la mortalidad de las semillas es comparable a la mortalidad de los huevos en una población de aves mientras que otros autores aseguran sin embargo que la mortalidad de las semillas de una planta no es importante porque se producen en gran cantidad y basta sólo una para dar lugar a un nuevo individuo.

En cualquier caso, para que pueda mantenerse la población de las especies seminívoras, la cantidad de semillas disponibles tiene que alcanzar unos niveles mínimos; por el contrario, si el número de seminívoros es demasiado

elevado, eliminarían a la planta hospedadora y finalmente sería la causa de su propia extinción. Estos insectos actúan por lo tanto como moderadores de la dispersión y proliferación de sus plantas hospedadoras. El hombre ha aprovechado este hecho para introducirlos o potenciarlos como enemigos naturales de plantas silvestres que desplazan a algunas plantas cultivadas o bien disminuyen su rentabilidad.

Controladores biológicos. Curculiónidos seminívoros

La utilización de los insectos que atacan las semillas como **controladores biológicos** de plantas invasoras de cultivos se debe a la gran especificidad alimentaria que presentan, su elevada tasa de reproducción, su adaptabilidad climática y su buena sincronización con las plantas hospedadoras.

El **control biológico** de las plagas y malas hierbas se ha considerado siempre como el método más limpio y que produce menos daños ecológicos; a pesar de ello, por su acción más lenta y por la complejidad de los trabajos de investigación y desarrollo necesarios para establecer métodos óptimos de aplicación, el control biológico no ha podido competir con los insecticidas químicos de elevada toxicidad y acción rápida.

Sin embargo, actualmente el movimiento internacional para conservar el medio natural y el mayor conocimiento de la gravedad de los desequilibrios ecológicos, ha impulsado la valoración de los métodos biológicos y en consecuencia, se está realizando un gran esfuerzo de investigación y desarrollo en este campo, cuyos resultados ya se manifiestan en aplicaciones prácticas, demostrando grandes ventajas.

El término control biológico se reserva tradicionalmente para expresar la acción de los enemigos naturales de cada plaga y a las especies fitófagas utilizadas en el control de las malas hierbas. Se basa en la premisa de que los parasitoides, depredadores y patógenos son capaces de mantener las poblaciones de hospedadores a niveles inferiores a los que se mantendrían si aquellos no se hallaran presentes. Los objetivos del control biológico son mantener los niveles de las poblaciones de las especies, si es rentable económicamente, o disminuir las poblaciones de las especies perjudiciales, mediante sus enemigos naturales, hasta alcanzar los niveles que aseguren la rentabilidad. Se trata en definitiva de controlar las poblaciones y no de eliminar completamente las especies buscando los enemigos naturales que sean capaces de mantener a sus hospedadores por debajo de los niveles que ocasionan pérdidas económicas.

Entre las **experiencias** más notables realizadas hasta ahora con coleópteros curculiónidos seminívoros se encuentran las campañas llevadas a cabo en Chile, Hawaii, EE.UU., Nueva Zelanda y Australia para controlar al tojo, *Ulex europaeus*. Esta Genisteae (Leguminosa) invade áreas de interés agropecuario y forestal, desplazando las especies cultivadas e imposibilitando el uso ganadero.

Ulex europaeus L., llamada vulgarmente 'tojo', es una leguminosa arbustivo espinosa, con llamativas flores amarillas y legumbres de hasta 20 mm de longitud, que contienen de 1 a 6 semillas. Es de origen paleártico y fue introducida a principios del siglo pasado en América, Australia, Nueva Zelanda, donde pasó a ocupar extensas zonas de clima mediterráneo, marino templado y cálido, similares a las del área de origen de la planta. En pocas décadas esta maleza ha llegado a ser un auténtico problema debido a su gran

adaptación, ciclo perenne, gran capacidad de producción de semillas y ausencia de enemigos naturales.

Uno de los ejemplos más recientes en la utilización de Curculiónidos en el control biológico de plantas invasoras es la experiencia llevada a cabo en Chile por Norambuena *et al.* (1986). En su trabajo sobre la introducción, establecimiento y potencial de *Apion ulicis* (ahora llamado *Exapion ulicis*) como antagonista de *Ulex europaeus* en el sur de Chile, explican el proceso de introducción de enemigos naturales, entre los que se cuenta este coleóptero seminívoro, de origen europeo (área de origen del tojo) y el éxito alcanzado en la regulación de esta planta invasora.

Exapion ulicis Forster, es un pequeño curculiónido de no más de 3 mm, de forma ovalada, con el cuerpo recubierto de pequeñas escamas muy juntas de color grisamarillento. En la cabeza destaca su rostro, también llamado pico (por esa razón algunas especies de curculiónidos se conocen con el nombre de 'picudos' en América) que es largo, fino y con un pequeño ensanchamiento dentiforme a cada lado; en el rostro se insertan las antenas de color rojizo y acabadas en una pequeña maza de color oscuro casi negro. Las hembras tienen el rostro más largo y más recto que los machos. Las patas también son rojizas con el extremo negro.

Los adultos se alimentan de varias especies de tojos: *Ulex europaeus* L., *U. nanus* L. y *U. parviflorus* Pourr. La larva de esta especie, al parecer vive y se transforma en el interior de las legumbres. Es una especie europea muy extendida en Francia, Inglaterra, España y también en Argelia.

Introducción del insecto: La primera introducción de este insecto tuvo lugar en Nueva Zelanda (Davies, 1928), seguida 30 años más tarde por las realizadas en Hawaii (Pemberton, 1957), Estados Unidos (Holloway & Huffaker, 1957) y Tasmania (Wilson, 1960).

La primera introducción realizada en 1975 desde Nueva Zelanda a Chile fue infructuosa debido a que las condiciones poco adecuadas del transporte por vía aérea no permitieron llegar con vida a los 3000 adultos enviados. En 1976 se realizaron dos envíos más, utilizando cajas de transporte, diseñadas expresamente para este fin (Miller, 1970), bien aireadas y provistas de la planta nutricia.

En una fase previa a la suelta en el campo, estos insectos se mantuvieron en las mismas cajas y únicamente se liberó una parte en áreas de experimentación controlada. Al año de haberse introducido, el insecto se estableció adecuadamente en las cajas de transporte y también en las plantas colocadas en las áreas de experimentación.

Posteriormente, desde 1981 a 1984, se realizaron liberaciones del insecto, antes de la formación de las legumbres, en 11 localidades diferentes. Para valorar el éxito de la introducción de *Exapion ulicis* en el control del tojo, se llevó a cabo un seguimiento del establecimiento, dispersión y capacidad de consumo de las semillas de este insecto.

Los resultados obtenidos mostraron que el **establecimiento del insecto** no se produjo con la misma facilidad en todas las zonas, sino que se adaptó mejor en los lugares cuyo nivel de precipitación anual y distancia al mar eran similares a las del lugar de origen del insecto en Europa. Su capacidad de dispersión en estas zonas, una vez exploradas las plantas situadas en 4 transectos ordenados de acuerdo con los puntos cardinales en un radio de 20 km desde el punto de liberación, ha sido limitada y sin una orientación clara ya que tuvo un desplazamiento máximo de 10 km en dirección norte y 6 km en dirección este. La mayor **dispersión** no se produjo siguiendo la dirección predominante de los vientos en primavera y verano, por lo que los factores que influyen en esta

dispersión hay que buscarlos en barreras geográficas, como los ríos, que les impiden avanzar. No son las únicas barreras en la dispersión; otros autores atribuyen esta capacidad a la **disponibilidad de alimento** y refugio para los insectos, lo que justificaría el aumento en la velocidad de dispersión en las áreas de Nueva Zelanda donde la disponibilidad de alimento es más baja y existe una fuerte interacción intraespecífica por sobrepoblación.

Ulex europaeus ofrece una provisión escalonada de alimento a las poblaciones de *Exapion ulicis* puesto que aunque globalmente el matorral tiene un máximo de legumbres y semillas en primavera y principios de verano, no se produce simultáneamente en todas las plantas, garantizando alimento y lugar de puesta a los adultos que aparecieron en último lugar.

Finalmente, el estudio de los niveles de **consumo de semillas** que muestran las plantas infestadas con este insecto, indica que *Exapion ulicis* puede ser un valioso agente de control biológico del tojo, a pesar de la baja capacidad de dispersión mostrada por el insecto, ya que pudo estimarse que la reducción en el número de semillas de las legumbres infestadas por estos curculiónidos alcanzó el 93,7% en algunas zonas.

Los enormes progresos realizados en el manejo de los controladores biológicos se han debido al mejor conocimiento de la biología de las especies implicadas, así como a los requerimientos naturales de las mismas tanto en sus áreas de origen como en las nuevas zonas en las que han sido introducidos. Experiencias similares, como el 'Proyecto *Ulex*

europaeus' iniciado en Nueva Zelanda por Miller en 1936, se siguen llevando a cabo en otros países, empleando otras especies de insectos próximas taxonómicamente y empleando nuevas técnicas, que permitan seleccionar las que ofrecen resultados más rentables en el control de las plantas invasoras

Ventajas y recomendaciones del control biológico

Las **ventajas** del control biológico son múltiples; señalaremos las más relevantes. Es un método relativamente seguro, puesto que la especificidad de las especies empleadas es tan marcada que hace imposible la utilización de fuentes nutricias diferentes que pudieran desviar el problema hacia otras plantas en las áreas tratadas. El efecto producido con este tipo de manejo es permanente puesto que una vez se ha establecido la especie utilizada en el área de interés, prosigue su ciclo biológico de forma natural como un elemento más del ecosistema. Por último es un método económico, puesto que a partir de la inversión inicial que proporcionaría los datos biológicos de base, solamente se han de llevar a cabo labores de seguimiento del proceso.

En todos los proyectos de control biológico, para que tenga éxito el enemigo natural elegido, ha de tener gran capacidad de búsqueda, una tasa de reproducción elevada, alta especificidad con el hospedador, buena sincronización con el hospedador y buena adaptabilidad a las condiciones ecológicas.

Bibliografía

- BELL, E. A. 1977. The possible significance of uncommon amino-acids in plan vertebrate, plant-insect and plant-plant relationships. *Pontificiae Academiae Scientiarum Scripta Vaila*, **41**, 571-602.
- CROWSON, R. A. 1981. *The biology of coleoptera*. Ac. Press Inc. (London) 802 pp.
- DAVIES, W. M. 1928. The bionomics of *Apion ulicis* F. (gorse weevil), with special reference to its role in control of *U. europaeus* in New Zealand. *Ann. Appl. Biol.*, **15**, 236-286.
- FAUGERAS, G., VALDÉS BERMEJO, E., PARIS, R. 1973. Alcaloides et polyphénols des Legumineuses. XXVII. Distribution des alcaloides chez diverses Genistéas d'Espagne et du Portugal appartenant aux genres *Cytisus*, *Genista*, *Echinopartum*, *Stauracanthus* et *Adenocarpus*. *Plantes medicinales et Phytothérapie*, **7**(1):68-76.
- GURREA SANZ, P. SANZ BENITO, M. J., GARCÍA-OCEJO, A. 1991. Patrones de comportamiento en gorgojos seminívoros de Genistéas (Coleoptera:Curculionidae). *Elytron, suppl.* **5**(1): 261-267.
- HOLLOWAY, J. K. & HUFFAKER, C. B. 1957. Establishment of the seed weevil *Apion ulicis* Forst., for suppression of gorse in California. *J.Econ. Entomol.*, **50**, 498-499.
- JANZEN, D. H. 1969. Seed-eaters versus seed size, number, toxicity and dispersal. *Evolution*, **23**: 1-27
- JANZEN, D. H. 1971. Seed predation by animals. *Ann. Rev. Syst.*, **2**: 465-492
- JANZEN, D. H. 1980. Specificity of seed-attacking beetles in a Costa Rica deciduous forest. *Journ. Ecol.*, **68**(3): 929-952.
- JOHNSON, C. D. 1981. Interactions between Bruchid (Coleoptera) feeding guilds and Behavioral patterns of pods of the Leguminosae. *Env. Ent.* **10**, 2: 249-253
- LEVIN, D. A. 1976. The chemical defenses of plants to pathogens and herbivores. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, **7**: 121-159
- MESSINA, F. J. & DINKINSON, J. A. 1993. Egg-laying behavior of seed beetles. *Ann. Ent. Soc. Am.* Vol. **86**, 2: 207-214.
- MILLER, D. 1970. Biological control of weeds in New Zealand 1927-1948. *N.Z. Dep. Sci. Ind. Res. Inf. Ser.* **74**: 37-58.
- NORAMBUENA, H., CARRILLO, R., NEIRA, M. 1986. Introducción, establecimiento y potencial de *Apion ulicis* como antagonista de *Ulex europaeus* en el sur de Chile. *Entomophaga*, **31** (1), 3-10.
- PARNELL, J. R. 1966. Observations on the population fluctuations and life histories of the beetles *Bruchidius ater* (Bruchidae) and *Apion fuscirostre* (Curculionidae) on broom (*Sarothamnus scoparius*). *J.Anim. Ecol.*, **35**: 157-188.
- PEMBERTON, C. E. 1957. Progress in the biological control of undesirable plant in Hawaii. -9th *Pacific Sci. Cong. Proc.*, **9**, 124-126.
- SANZ, M. J., GURREA, SANZ, P., GARCÍA-OCEJO, A. 1989. Aspectos de la biología y fenología de *Pachytychius sparsutus* Ol., 1807 (Col.:Curculionidae) en el Macizo Central de la Sierra de Gredos (Sistema Central). *Act. de Gredos*, **9**: 37-44.
- VAURIE, P. 1950. Twenty-five weevils in one seed. *J. New York Entomol. Soc.* **58**:39.
- WILSON, F. 1960. A review of the biological control of insects and weeds in Australia and Australian New Guinea. *Commonw. Inst. Biol. Control. Tech. Commun.*, 1-102.