

## CAPÍTULO 28: EXPANSIÓN DEL HORIZONTE DEL CONTROL BIOLÓGICO: NUEVOS PROPÓSITOS Y NUEVOS OBJETIVOS

Las especies invasoras son una amenaza en aumento para una diversidad de ambientes acuáticos y terrestres. Los habitats amenazados no son solamente los que mantienen cultivos agrícolas, áreas de recreación y sitios de habitación humana (p. ej., áreas urbanas) sino también áreas de importancia crítica para la conservación. Las especies que amenazan la conservación de la naturaleza incluyen no solamente los grupos en los que se ha aplicado control biológico para la protección de la agricultura y la producción forestal (insectos, ácaros y malezas) sino también un conjunto diverso de grupos adicionales, incluyendo crustáceos, platelmintos, moluscos y vertebrados (peces, aves, anfibios, reptiles y mamíferos). La amenaza de las planarias terrestres (**Figura 28-1**), por ejemplo, es nueva y seria, especialmente la planaria de Nueva Zelanda que está reduciendo las poblaciones de las lombrices de tierra en las Islas Británicas (Cannon *et al.*, 1999).



**Figura 28-1.** Las planarias terrestres invasoras, como ésta en Florida, *Bipalium kewense* Moseley, son un grupo nuevo de invasores. (Fotografía cortesía de P. M. Choate.)

La biología de la invasión es ahora una corriente principal y una rama ampliamente reconocida de la ecología aplicada. Los grupos interesados en especies invasoras y su manejo incluyen ecólogos, científicos del control biológico, conservacionistas, políticos, agricultores y otros productores, y el público en general. Los problemas de las especies invasoras y su manejo son discutidos regularmente en los medios de comunicación, particularmente en Australia, Nueva Zelanda y América del Norte.

Los objetivos tradicionales del control biológico clásico de insectos han sido plagas de la agricultura y de los bosques en producción. Los proyectos de control biológico de malezas, sin embargo, tienen una larga historia en tierras silvestres y cuerpos de agua. Algunos proyectos nuevos de artrópodos están siendo enfocados ahora a las plagas de las áreas en conservación o en plagas con importancia económica y para la conservación, tal como la hormiga de fuego importada *Solenopsis invicta* (Buren) en el sur de los Estados Unidos. Proyectos emergentes también están evaluando la posibilidad de controlar crustáceos invasores, como el cangrejo verde europeo *Carcinus maenas* (L.). Sin embargo, aplicar el control biológico clásico a organismos marinos sería iniciar varias áreas, incluyendo la evaluación de la especificidad de hospederos de clases enteramente nuevas de enemigos naturales, el desarrollo de métodos para evaluar amenazas a otros organismos marinos y a la solución de complicados problemas que afectan la medición de la eficacia en sistemas de reclutamiento abierto, el cual es característico de las poblaciones de muchas especies marinas.

Otros objetivos no tradicionales del control biológico clásico son potencialmente muy diversos, incluyendo caracoles, babosas, ranas, serpientes, planarias y otros grupos. El uso del control biológico para tales objetivos no comunes es potencialmente controversial, y algunos proyectos antiguos han recibido fuertes críticas de ecólogos prominentes. Los riesgos potenciales y las limitaciones de usar enemigos naturales para especies invasoras en estas categorías necesitan una cuidadosa consideración y los problemas controversiales pertinentes se bosquejan en este capítulo.

## CONTROL DE MALEZAS Y ARTRÓPODOS PLAGA EN ÁREAS NATURALES

El control biológico a menudo es la mejor y a veces la única tecnología factible para controlar especies invasoras en áreas silvestres (Headrick y Goeden, 2001). La supresión de malezas en áreas naturales actualmente es la aplicación dominante del control biológico a favor de la conservación. El control biológico de malezas en dichas áreas creció a partir de proyectos dirigidos contra malezas en pastizales y en la agricultura (McFadyen, 1998). En los Everglades de Florida (EU), el control biológico está siendo usado actualmente contra la melaleuca, *Melaleuca quinquenervia* (Cavanilles), un árbol invasor que altera el nivel del agua freática y desplaza a las plantas y vida silvestre nativas (Center *et al.*, 1997b; Goolsby *et al.*, 2000a). Programas similares están siendo conducidos en el Tongariro National Park de Nueva Zelanda, un área Patrimonio de la Humanidad, donde un brezo europeo, *Calluna vulgaris* (L.), está siendo controlado con los escarabajos del brezo *Lochmaea suturalis* (Thomson), los que se alimentan exclusivamente de esta maleza (Syrett *et al.*, 2000b). Otras malezas de importancia para la conservación en los Estados Unidos que actualmente son objetos de programas de control biológico son *Lythrum salicaria* L. (Blossey *et al.*, 2001b), el árbol de pimienta

brasileño *Schinus terebinthifolius* Raddi (Medal *et al.*, 1999) y el cedro salado *Tamarix* spp. (Milbrath y DeLoach, 2006).

Varias introducciones del control biológico también han sido dirigidas contra una variedad de artrópodos invasores que amenazan plantas y animales nativos:

- (1) Las escamas introducidas, *Carulaspis minima* (Targioni-Tozzetti) e *Insulaspis pallida* (Maskell), causaron una disminución extrema del cedro endémico de Bermuda *Juniperus bermudiana* L. y se usaron enemigos naturales en un programa de control para estas plagas (Cock, 1985).
- (2) En la isla St. Helena, la escama ortheziida *Orthezia insignis* Browne, amenazó la sobrevivencia del árbol de goma endémico *Commidendrum robustum* (Roxb.) DC, hasta que se controló biológicamente con la introducción desde África del coccinélido *Hyperaspis pantherina* Fürsch (Fowler, 2004).
- (3) En el este de los Estados Unidos, un adélgido asiático, *Adelges tsugae* Annand, que se alimenta de abetos, está matando grandes cantidades de árboles nativos del falso abeto de Canadá *Tsuga canadensis* (L.) en una extensa área. Un programa de control biológico que usa coccinélidos (*Scymnus* spp.) y derodóntidos (*Laricobius* spp.) depredadores está en proceso (Lu y Montgomery, 2001).
- (4) Un picudo exótico mexicano, *Metamasius callizona* (Chevrolat), está atacando y matando especies amenazadas de bromelias en Florida. Esta plaga fue introducida en las importaciones de bromelias. El control biológico con una mosca taquínida descubierta recientemente, *Admontia* sp., puede ser la única solución factible en áreas naturales (Frank y Thomas, 1994; Frank, 1999; Salas y Frank, 2001; Frank y Cave, 2005).
- (5) En Nueva Zelanda, los pájaros nectarívoros están siendo sacados de la competencia por la mielecilla de la escama de la haya, por las avispas introducidas de chaqueta amarilla (*Vespula vulgaris* L.) las cuales son altamente agresivas. Un ichneumonido parasítico especializado, *Sphécophaga vesparum vesparum* (Curtis) que ataca a las crías de las avispas, ha sido establecido para reducir la densidad de las avispas en los bosques (Barlow *et al.*, 1996).
- (6) La mariquita *Rodolia cardinalis* Mulsant ha sido liberada en el Parque Nacional de los Galápagos para proteger a las plantas nativas que están amenazadas por la escama acojinada algodonosa. Las pruebas de seguridad rigurosas (Causton *et al.*, 2004) demostraron que dicha introducción no es un riesgo para las especies nativas.
- (7) En el noreste de los Estados Unidos, es casi seguro que las liberaciones del eulófido parasítico *Tetrastichus setifer* Thomson contra el crisomélido del lirio *Lilioceris lili* Scopoli (Coleoptera: Chrysomelidae), lograrán una protección significativa para los raros lirios nativos, los que son vulnerables al ataque de esta plaga exótica europea (Tewksbury *et al.*, 2005).

## CONTROL DE PLAGAS INVASORAS “NO TRADICIONALES”

La regulación de poblaciones de plantas y animales por enemigos naturales no es sólo para malezas, insectos y ácaros terrestres. Los estudios ecológicos en muchos sistemas dan evidencia de tal regulación. Por tanto, es razonable considerar extender la teoría y la tecnología del control biológico a más grupos de organismos, como a una especie marina o de agua dulce, o a los caracoles terrestres. Las siguientes secciones discuten programas emergentes de control biológico para grupos de plagas “no tradicionales”.

### PLAGAS MARINAS

Muchas especies marinas introducidas son ecológica y económicamente importantes. Hay pocas opciones de manejo, sin embargo, cuando tales especies están bien establecidas. Actualmente, los principios del control biológico clásico, como derivados del trabajo en sistemas terrestres, están siendo considerados para la aplicación a plagas marinas introducidas (Lafferty y Kuris, 1996). Estos esfuerzos están en varias fases de planeación o de implementación e incluyen (1) control viral o microbial de afloramientos de algas dañinas, (2) control depredador del ctenóforo *Mnemiopsis leidyi* (Agassiz) en el Mar Negro, (3) castración parasítica por ciliados de la estrella de mar depredadora *Asterias amurensis* Lütken en Australia, (4) el uso de babosas marinas sacoglossas para controlar al alga *Caulerpa taxifolia* (Vahl) C. Agardth en el Mediterráneo, y (5) la castración parasítica del cangrejo verde europeo *C. maenas* en California y Australia (Secord, 2003).

La implementación de estos proyectos está procediendo con cautela porque algunos atributos de los sistemas marinos difieren significativamente de los sistemas terrestres y de agua dulce en que se desarrollaron los conceptos y modelos del control biológico clásico. Algunas características importantes únicas de los sistemas marinos (Secord, 2003) son (1) estado larval y adulto hiperdispersos en algunas especies, (2) la dependencia de los parásitos en hospederos intermedios, (3) la mayor incertidumbre acerca de la estructura de la comunidad y de las interacciones de especies, (4) la biomecánica única del ambiente de agua salada, y (5) el gran tamaño y apertura de los ecosistemas marinos.

### CANGREJOS INVASORES

El cangrejo verde europeo, *C. maenas*, es un invasor marino muy exitoso que ha establecido grandes poblaciones en las costas de Norteamérica, Sudáfrica y partes de Australia. Compite por alimento con las aves costeras y ha perjudicado la cría comercial de almejas y cangrejos (Cohen *et al.*, 1995; Grosholz y Ruiz, 1996; Grosholz *et al.*, 2000). Los estudios muestran que una razón significativa de su éxito ha sido el escapar de sus enemigos naturales, notablemente de los parásitos. Una consecuencia visual de su parasitismo disminuido es el mayor tamaño de *C. maenas* en las áreas invadidas (**Figura 28-2**), lo que permite tasas reproductivas más altas que en su rango nativo europeo (Torchin *et al.*, 2001). El candidato más probable para el control biológico exitoso de *C. maenas* es el castrador parasítico *Sacculina carcini* (Thompson) (Rhizocephala: Sacculinidae) (**Figura 28-3**) (Lafferty y Kuris, 1996), el cual es específico de cangrejos portúnidos y de una especie de Pirimelidae cercanamente relacionada



**Figura 28-2.** Los cangrejos verdes europeos, *Carcinus maenas* (L.) crecen en mayor tamaño en las aguas californianas, comparados con cangrejos de tamaño típico en Europa. (Fotografía cortesía de Jeff Goddard.)



**Figura 28-3.** El percebes parasítico castrante *Sacculina carcini* (Thompson), es un agente potencial de control biológico para el cangrejo verde europeo, *Carcinus maenas* (L.). El percebes aparece como un crecimiento esponjoso atrás, debajo de este cangrejo. (Fotografía cortesía de Todd C. Huspeni.)

(Høeg y Lutzen, 1985). *Sacculina carcini* provoca severos efectos en el crecimiento, morfología, fisiología y conducta de su hospedero. Adicionalmente, este percebe evita la reproducción del macho y la hembra de *C. maenas* e induce la feminización de los machos (Thresher *et al.*, 2000).

La factibilidad del control biológico del cangrejo europeo está siendo investigada en los Estados Unidos y en Australia. Las pruebas de laboratorio de especificidad de hospedero están siendo usadas para medir los efectos de *S. carcini* en cangrejos nativos y entonces poder predecir los riesgos reales bajo condiciones de ‘campo’ (Thresher *et al.*, 2000; Goddard *et al.*, 2005). El trabajo en California sugiere que algunas especies de cangrejos nativos pueden estar en riesgo si son expuestas a densidades altas de los estados infecciosos de *S. carcini*. Sin embargo, estos cangrejos nativos atacados no son hospederos adecuados y el parásito no pudo reproducirse en ellos (Goddard *et al.*, 2005).

Antes de que *C. maenas* pueda ser liberado, se necesitan mejores datos para (1) cuantificar el riesgo para otras especies de cangrejos y (2) evaluar los posibles impactos a nivel población del percebe sobre el cangrejo verde. Para evaluar los riesgos en especies no deseadas, se necesitan pruebas de laboratorio a mayor escala con especies californianas de cangrejos, para determinar las consecuencias de la exposición a grandes números de percebes juveniles infecciosos en cangrejos verdes fuertemente infestados. Los experimentos de laboratorio y campo han determinado que la inhabilidad de los percebes larvales de *S. carcini* para localizar y establecerse en otra especie de cangrejo que no se va a controlar, es el determinante primario de la especificidad de hospedero de *S. carcini* (Kuris, com. pers.). Para evaluar mejor la eficacia potencial, se necesitan estudios sobre los efectos de la trasplatación local de los percebes, dentro de las poblaciones del cangrejo verde en Europa sin el parásito.

Finalmente, otros enemigos naturales pueden necesitar ser evaluados. Por ejemplo, el castrador parasítico *Portunium maenadis* Giard (Isopoda: Entoniscidae), gusano plano que actúa como los parasitoides, y depredadores obligados de huevos nemerteanos; todos estos enemigos naturales pueden tener potencial para lograr algún control de *C. maenas* mientras ofrezcan poco riesgo para otras especies de crustáceos (Goddard *et al.*, 2005).

#### ALGA ASESINA

*Caulerpa taxifolia* es un alga marina nativa de varias áreas tropicales del mundo (Meinesz, 1999; ver también el website Nova, <http://www.pbs.org/wgbh/nova/algae/>); una raza australiana de esta especie ha establecido poblaciones invasoras en el Mar Mediterráneo y a lo largo de la costa este de Australia (fuera de su rango nativo australiano). También han sido reportadas poblaciones incipientes en Japón y California, pero no se establecieron porque las temperaturas del agua eran demasiado frías (Komatsu *et al.*, 2003) o porque se efectuaron programas de erradicación que tentativamente parecen haber sido exitosos (Anderson, 2005).

En el Mediterráneo, una raza tolerante al agua fría de *C. taxifolia* se “escapó” de un instituto de investigación marina a principios de los 1980s; por crecimiento vegetativo y fragmentación, esta alga tóxica ahora cubre miles de hectáreas del fondo del mar, con densas praderas de algas, para detrimento de la flora y fauna nativas (Secord, 2003). Infestaciones tan extensas no son apropiadas para control químico o físico, por lo que se han investigado enemigos naturales, en particular las babosas marinas sacoglossas, como posibles agentes de control (Thibaut y Meinesz, 2000, 2001).

Una desventaja importante de las babosas marinas originarias de habitats tropicales del Atlántico, es su intolerancia aparente a las temperaturas frías del agua, típicas del Mediterráneo en invierno (Thibaut y Meinesz, 2000, 2001); los modelos sugieren que altas densidades de babosas marinas de aguas frías serían requeridas para lograr el control biológico de *C. taxifolia* (Coquillard *et al.*, 2000).

## CARACOLES INVASORES O VECTORES DE ENFERMEDADES

### CARACOLES DE AGUA DULCE DE IMPORTANCIA MÉDICA

Ciertos caracoles acuáticos son hospederos intermedios de gusanos tremátodos. La esquistosomiasis humana, causada por especies parasíticas en la sangre, afecta alrededor de 200 millones de personas a nivel mundial, infligiendo considerable morbilidad y alguna mortalidad. *Schistosoma mansoni* infectó más de un millón de personas en Puerto Rico tan recientemente como en los años 1960s (Wright, 1973). El interés en las posibilidades del control biológico se inició en los 1950s (Michelson, 1957). Estudios de laboratorio revelaron que el caracol gigante *Marisa cornuarietis* fue un depredador eficiente de masas de huevos, juveniles y a veces de adultos del caracol hospedero intermedio esquistosomo *Biomphalaria glabrata* Say. *Marisa cornuarietis* también redujo la disponibilidad de alimento y de sitios de oviposición para *B. glabrata*. La campaña de control en Puerto Rico fue planeada cuidadosamente y monitoreada durante 15 años (Ferguson, 1978). Cuando fue ambientalmente posible, se usaron plaguicidas para reducir temporalmente o eliminar las poblaciones locales de *B. glabrata*. *Marisa cornuarietis* fue introducido después a los habitats para evitar el regreso de los caracoles plaga. En algunos sitios, también se usaron las alteraciones ambientales (diques, pendientes de concreto) y el manejo ambiental (reducción de malezas acuáticas) para reducir la disponibilidad de habitat para los caracoles acuáticos. Otros desarrollos en Puerto Rico con el paso del tiempo también contribuyeron a eliminar casi por completo la esquistosomiasis en la isla. La urbanización y el desarrollo económico elevaron los estándares de vida y mejoraron significativamente la sanidad del agua. Aunque no es posible separar completamente los efectos de los caracoles usados en control biológico de los otros mejoramientos en la salud pública, parece cierto que *M. cornuarietis* sólo habría reducido tan significativamente la presencia de *B. glabrata* en los sistemas acuáticos donde ahora es considerado poco común (Giboda *et al.*, 1997).

En Kenya, el astácido de Louisiana *Procambarus clarkii* (Girard) ha sido manipulado para suprimir al caracol *Bulinus africanus* (Krauss), el hospedero intermedio de *Schistosoma haematobium*, el agente causal de la esquistosomiasis urinaria (Mkoji *et al.*, 1999). Estudios de laboratorio y de estanque mostraron que los astácidos fueron depredadores voraces del caracol. Un estudio piloto demostró que la adición del astácido a los estanques de la villa causaron que las poblaciones de *B. africanus* declinaran precipitadamente, reduciendo las infecciones en niños locales del 60-80% comparados con niños de una villa no tratada. El astácido de Louisiana fue introducido en África oriental con propósitos de acuicultura y se había diseminado en todo Kenya y, usando el río Nilo, hasta Egipto. Estas introducciones en gran parte no estuvieron reguladas

y es posible que el astácido haya causado daño ambiental (Lodge *et al.*, 2005). Sin embargo, dado que esta especie invasora está ampliamente distribuida en la región y dado que la mayoría de las esquistosomiasis urinarias son transmitidas en embalses de pequeñas villas de poco valor ecológico y que carecen del astácido, el introducirlo en dichos estanques podría reducir la enfermedad humana con poco incremento en el daño ecológico.

## CARACOLES TERRESTRES

Los intentos del control biológico de caracoles herbívoros terrestres con caracoles depredadores han resultado en impactos desastrosos para otros caracoles, incluyendo la extinción de varias especies endémicas de caracoles arbóreos. El caso mejor documentado es el esfuerzo de control del caracol terrestre africano gigante *Achatina fulica* (Bowdich) en países tropicales con *Gonaxis quadrilateralis* (Preston) de África oriental y con *Euglandina rosea* (Férrusac) de Florida (EU). Estos depredadores fallaron en controlar la plaga (Christensen, 1984; Gerlach, 2001) pero han causado la extinción de numerosas especies de caracoles nativos (Clarke *et al.*, 1984; Coote y Loève, 2003), convirtiéndose en invasores exóticos indeseables (Civeyrel y Simberloff, 1996; Cowie, 2001).

En contraste, la supresión en California del caracol de jardín pardo europeo *Helix aspersa* Müller (Helicidae) con la auto introducción del caracol carnívoro facultativo *Rumina decollata* (L.) (Fisher y Orth, 1985), se cree ampliamente que es un caso de control biológico exitoso de caracoles. Sin embargo, algunas autoridades disputan esta interpretación debido a que la supresión de la plaga no fue cuantificada adecuadamente y a que los resultados fueron inconsistentes y que podrían ser atribuibles a otras causas que a *R. decollata* (Cowie, 2001).

Los insectos parasitoides, en lugar de los caracoles depredadores, pueden ser una mejor opción para el control de caracoles plaga. En el sur y el oeste de Australia, cuatro caracoles helícidos del Mediterráneo introducidos se han convertido en serias plagas agrícolas (Coupland y Baker, 1995), dañando o contaminando los cultivos e interfiriendo con el pastoreo del ganado vacuno (Coupland y Baker, 1995).

Un programa de control biológico contra estos caracoles ha investigado dípteros parasitoides europeos de las familias Sciomyzidae y Sarcophagidae que tienen potencial de uso en Australia (Coupland y Baker, 1994; Coupland *et al.*, 1994, Coupland y Baker, 1995). La especie más promisoría es el sciomyzido *Pherbellia cinerella* (Fallén), el cual prefiere habitats de pastizal. El clima de la región de origen de esta mosca es similar al de las áreas de Australia donde se necesita el control. *Pherbellia cinerella* ataca y mata caracoles endémicos australianos en pruebas alimenticias de no elección. Sin embargo, su fuerte preferencia por pastizales abiertos puede reducir su impacto en los habitats de otro tipo, donde viven los caracoles australianos endémicos (CSIRO, 2006). El sarcófago *Sarcophaga penicillata* (Villeneuve) parasita caracoles helícidos estivantes (Coupland y Baker, 1994). En Francia, sus tasas de ataque son bajas (4%) pero la mosca está sujeta a un fuerte hiperparasitismo (79%), lo que puede indicar un potencial de mayor impacto en Australia una vez que se eliminen los hiperparasitoides. Las pruebas de seguridad de 38 especies de caracoles australianos indicaron un riesgo



---

mínimo, por lo que *S. penicillata* fue liberada en el sur de Australia en el 2000. Las evaluaciones del impacto están en proceso (Baker, 2000).

## CONCLUSIONES

Los proyectos de control biológico de plagas “no tradicionales” constituyen un área emergente cuyos beneficios y dificultades todavía están por ser completamente entendidos. Esto cambiará conforme se evalúe el éxito de los proyectos actuales y cuando se inicien nuevos proyectos. Actualmente no hay ejemplos precedentes del uso del control biológico contra grupos como vertebrados no mamíferos (p. ej., anfibios o reptiles plaga, etc.), crustáceos y moluscos de agua dulce y marinos o de platelmintos. Los biólogos que estudian estos organismos invasores pueden no estar familiarizados con el concepto del control biológico y con sus beneficios potenciales o son cautelosos para introducir otra especie invasora indeseable (Van Driesche, 1994). Los conceptos y tecnologías desarrolladas para los proyectos de control biológico de malezas e insectos proveen un punto de inicio del desarrollo posterior que puede conducir a la aplicación exitosa a plagas “no tradicionales”, como las especies marinas.