

## **Controle biológico de plantas daninhas**

**R. A. Pitelli<sup>1</sup>, G.F. Nachtigal<sup>2</sup> e R. L. C. M. Pitelli<sup>3</sup>**

1- FCAV/UNESP – 14884-900 – Jaboticabal, SP

2- EMBRAPA – Pelotas, RS

3- Ecosafe A.M.A. SC Ltda, Jaboticabal, SP

### **Introdução**

Num conceito amplo, o controle biológico pode ser definido como a ação dos fatores bióticos do ecossistema regulando a instalação e crescimento de populações de plantas daninhas. Uma definição mais específica é a utilização de organismos vivos para matar, controlar o crescimento, expansão populacional e/ou reduzir a capacidade competitiva de uma ou mais espécies de plantas daninhas.

Dentre as principais pressões bióticas que atuam no controle populacional das plantas são: a competição, o amensalismo, a predação e o parasitismo. Todos estes fatores são passíveis de manejo, com profundos reflexos no crescimento das plantas e nas dinâmicas de suas populações. A competição e o amensalismo não serão discutidos neste capítulo.

A competição promovida pela planta cultivada é uma potente pressão biótica não seletiva que reduz o crescimento e produção de diásporos pelas plantas daninhas. Uma cultura conduzida dentro das recomendações técnicas de época de plantio, espaçamento e densidade adequados, cultivar que proporcione rápido e intenso sombreamento do solo têm grande poder de redução do crescimento das plantas daninhas.

A alelopatia é outra pressão biótica capaz de reduzir o crescimento das plantas daninhas. No entanto, trata-se de uma pressão biótica seletiva cujos efeitos normalmente agem de forma conjunta com a pressão competitiva ou com os efeitos físicos e biológicos de coberturas mortas.

Na área agrícola, o manejo da competição exercida pela cultura e a alelopatia promovida por cobertura morta de resíduos vegetais são consideradas como métodos

culturais de manejo de plantas daninhas. As técnicas consideradas como de controle biológico ficam restritas às pressões promovidas pelos predadores e pelos parasitas.

O controle biológico de plantas daninhas ocorre naturalmente nos campos agrícolas. Este controle natural não é bem estudado, mas observações de campo mostram evidências muito fortes de sua ocorrência. Em populações naturais de *Eichhornia crassipes* é possível observar que grande parte das plantas apresenta cicatrizes foliares decorrentes da ação de *Neochetina eichhorniae* e *Neochetina brucchi*, com infecções secundárias de fungos saprofíticos, reduções de área foliar decorrentes da predação por *Arzama densa*, lesões foliares provocadas por *Cercospora* spp, *Acremonium zonatum*, *Uredo eichhorniae* e outros microrganismos, predação de raízes por peixes, moluscos e mamíferos. Todos estes fatores contribuem para regulação da população de *E. crassipes*, embora não exista um número que valorize esta inegável ação de controle.

O controle biológico também pode ser manipulado pelo homem como estratégia de manejo de plantas daninhas, sendo visando a maximização das pressões bióticas negativas contra a população da maleza-alvo. Considerando a utilização de predadores e parasitas, podem ser estabelecidos três tipos básicos de estratégias de aplicação do controle biológico: clássica, inundativa e repositiva.

### **Estratégia clássica**

De maneira sintética, a estratégia clássica baseia-se na seleção de inimigos naturais específicos de uma determinada planta daninha e sua liberação no ambiente em que a planta constitui um problema. O agente se estabelece e mantém a população da plantas daninhas-alvo abaixo de um nível de dano econômico, social ou ambiental. Uma consideração importante é que, teoricamente, uma planta que desenvolve várias gerações sem a pressão de seleção de um patógeno ou predador, tende a ser mais vulnerável quando o contato for re-estabelecido (Charudattan, 1988).

A estratégia clássica é aplicada principalmente no controle biológico de plantas daninhas exóticas ao ambiente de infestação. Estas plantas normalmente são introduzidas isentas de seus inimigos naturais e não encontram fortes pressões de predação e de parasitismo no novo ambiente. Sem pressões bióticas negativas, as plantas são

favorecidas e passam a expandir as suas populações, em detrimento das espécies nativas. As populações de plantas exóticas atingem tal magnitude que colocam em risco a biodiversidade do sistema e interferem nas atividades humanas, desde a agricultura até os corpos hídricos. São inúmeros os exemplos de macrófitas aquáticas exóticas que atingiram a condição de plantas daninhas no ambiente de introdução, como *Alternanthera philoxeroides*, *Hydrilla verticillata* e *E. crassipes* nos EUA, Austrália e outros países. No Brasil, *Brachiaria decumbens* introduzida de Uganda como planta forrageira, constitui uma das piores plantas daninhas do país; é considerada entre as cinco piores plantas daninhas das culturas de citros, eucalipto, cana-de-açúcar e pinos, além de ser planta invasora em áreas de preservação ambiental na região das savanas brasileiras, o cerrado.

A estratégia clássica é baseada na pesquisa de predadores e parasitas da macrófita-problema, iniciando-se pelo ambiente de origem da planta. Os inimigos naturais são identificados e catalogados. A uma pesquisa bibliográfica complementar permite uma primeira avaliação da especificidade e potenciais de predação ou parasitismo dos organismos coletados, permitindo o descarte daqueles pouco eficientes ou que representam risco potencial para outras plantas. Este levantamento deve ser efetuado preferencialmente em condições climáticas análogas. Quando o centro de origem da planta daninha é desconhecido, a busca de inimigos naturais poderá ser realizada em áreas em que a planta daninha ocorre sem provocar problemas.

Para os organismos selecionados por não apresentarem evidências conhecidas de perigo potencial às outras espécies vegetais ou à saúde humana e animal, são efetuados estudos para avaliação de suas possibilidades como agentes de controle biológico. Os primeiros estudos de especificidade são realizados no ambiente de origem da maleza-problema, considerando um esquema centrifugo, partindo de plantas do mesmo gênero, depois da mesma família e tribo. Na medida em que as plantas testadas vão se afastando do centro, as atenções vão se concentrando mais em plantas de interesses econômico, social ou ambiental evidente. Estes testes devem ser realizados em condições ótimas para infecção ou predação. As espécies consideradas de risco são: (i) aquelas filogeneticamente relacionadas à maleza-alvo, (ii) aquelas não expostas previamente ao organismo, (iii) aquelas com poucas informações sobre seus inimigos naturais, (iv) aquelas que produzem compostos secundários semelhantes aos da maleza-alvo, (v) aquelas que

apresentam similaridades morfológicas com a maleza-alvo, (vi) aquelas que são atacadas por organismos similares ao estudado como agente de controle biológico e (vii) aquelas com alguma indicação de ser hospedeira do organismo estudado (Watson, 1991).

Se o organismo candidato para agente de controle biológico preencher todas os itens de segurança testados, será estudado no ambiente de introdução, dentro de estruturas quarentenárias, onde será avaliada a possibilidade de alteração de especificidade e são complementados os testes com espécies não existentes no ambiente de origem do candidato a agente. Os estudo de adaptação do agente de controle biológico às novas condições climáticas também são realizados na fase de quarentena. Se o organismo for considerado seguro, de risco mínimo, após todos estes estudos, um processo é elaborado para solicitação da autorização dos órgãos competentes para liberação do inimigo natural como agente de controle biológico.

O inimigo natural liberado em pontos estrategicamente definidos, passa a predação ou parasitar a macrófita-alvo, dispersar suas populações e entra em equilíbrio na sua relação com o hospedeiro ou presa, mantendo suas densidades populacionais em níveis aceitáveis.

A estratégia clássica constitui um programa de longo prazo, requer um investimento inicial elevado, seu sucesso não é previsível e não é completamente seguro. Não é adequado para soluções de curto prazo.

Para diminuir os riscos de insucesso, os testes de especificidade devem ser extremamente rigorosos, o programa de aclimatação do agente de controle biológico deve ser o mais completo possível e deve ser introduzido completamente livre de seus próprios inimigos naturais. Outros fatores que podem contribuir para o insucesso são: ocorrência de fatores abióticos em intensidades diferentes daquelas do ambiente de origem do agente, ausência de um hospedeiro alternativo essencial para o ciclo completo do agente ou existência de inimigos naturais nativos. As grandes características do controle biológico clássico são: elevado custo inicial, pouca imprevisibilidade do sucesso e irreversibilidade do processo.

O grande exemplo da estratégia clássica de controle biológico foi a solução do problema do cactus (*Opuntia* spp), introduzido na Austrália em 1839 como planta ornamental e alimentícia. Em 1870, as plantas do gênero *Opuntia* foram consideradas

malezas e em 1895 estavam incluídas entre as 10 piores malezas da Austrália. Em uma avaliação realizada em 1915 foi estimada uma área densamente colonizada de 60 milhões de acres, com uma taxa de invasão de um milhão de acres por ano, nos estados de Queensland e New South Wales. Em 1920 foi criado o “*Australian Commonwealth Pickly-Pear Board*” que optou pelo controle biológico clássico enviando entomologistas às Américas. Os pesquisadores avaliaram inimigos naturais do cactus desde a Argentina até o sul dos EUA. Dentre todos os organismos selecionados, o *Cactoblastis cactorum*, nativo da Argentina, mostrou total especificidade e grande poder de predação. Os insetos foram introduzidos na Austrália em 1925 e até 1930 haviam sido liberados três milhões de ovos. Em 10 anos haviam sido recuperadas 95% das áreas infestadas em Queensland e 75% em New South Wales. Outros exemplos de controle biológico clássico bem sucedidos podem ser citados como as soluções dos problemas com *Salvinia* sp na Austrália, *Lantana camara* no Hawaii, dentre outros.

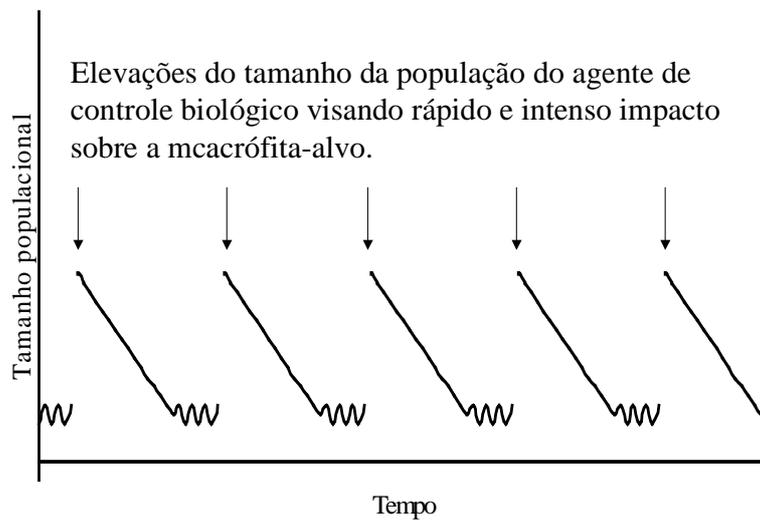
Um exemplo bastante recente constitui a bem sucedida introdução do inseto *Agasicles higrifila* (Coleóptera) para o controle biológico de *Alternanthera philoxeroides* em Porto Rico (Abreu & Semidey, 2000). O inseto, que é nativo da América do Sul, já havia sido estudado para introdução no EUA e México. Com os testes de especificidade praticamente prontos, o agente foi introduzido em regime quarentenário em 1997 e liberado no campo em 1998. Foram liberados 3908 e 1127 indivíduos adultos no Rio Hondo e Córrego Mayaquez, respectivamente. No início do ano 2000, a área de colonização da macrófita havia sido reduzida em 30% e a densidade populacional média havia sido reduzida de 334 para 36 caules/m<sup>2</sup> (Abreu & Semidey, 2000).

### **Estratégia inundativa**

A estratégia inundativa consiste na seleção de inimigo natural da macrófita-alvo, que seja endêmico e suficientemente específico para não constituir risco às outras plantas quando sua população ou potencial de inóculo for repentinamente aumentada, visando um impacto negativo sobre a população da planta-problema.

Esta estratégia é mais adequada para espécies nativas ou naturalizadas há muito tempo e que já apresentam uma microflora e/ou fauna associadas. Se a planta daninha é nativa ou naturalizada e apresenta colonização exagerada de alguns ambientes, há evidência de que a pressão dos inimigos naturais associados foi reduzida ou que seus impactos sobre a dinâmica da população da planta daninha é amplamente suplantado pelas condições favoráveis do meio, como é comum em águas eutrofizadas favorecendo o crescimento de macrófitas aquáticas.

A estratégia inundativa consiste em elevar rápida e drasticamente a população ou potencial de inoculo de um ou mais inimigos naturais, numa época em que a planta está mais susceptível, visando obter um grande impacto de redução populacional da macrófita-alvo. Como o organismo é endêmico na área, há uma pressão ambiental sobre sua população magnificada tendendo decrescer rapidamente para a capacidade estoque original naquele ecossistema. Quando o inimigo natural atinge sua antiga magnitude populacional, ocorre novo fluxo de crescimento da macrófita e há necessidade de nova liberação do agente de controle biológico (Figura 01).



**Figura 01** – Esquema representativo das ações inundativas nas populações de inimigos naturais para o controle biológico de macrófitas aquáticas

Considerando que se trata de um agente endêmico na área de liberação, os testes de especificidade e ação sobre alguns indicadores de qualidade ambiental são bem menos rigorosos que para a estratégia clássica, pois nos anos de convivência teria havido oportunidade de desenvolvimento de qualquer adaptação aos hospedeiros ou presas presentes na área, especialmente plantas cultivadas em que há grande oferta nos agroecossistemas. Como o patamar populacional do candidato a agente de controle biológico é originalmente baixo no ambiente, os testes de especificidade e de toxicidade à fauna e outros deverão ser efetuados com o tamanho populacional do agente requerido para o controle biológico.

### **Estratégia repositiva**

A estratégia repositiva consiste na determinação de uma densidade populacional de um agente de controle biológico que seja suficiente para manter a população da macrófita-alvo numa densidade baixa o suficiente para não interferir negativamente no ambiente ou nos usos múltiplos dos corpos hídricos. Esta densidade populacional ou nível de inóculo deve ser constantemente monitorada e corrigida toda vez que estiver fora dos limites para os quais o controle da macrófita-alvo é eficaz e há segurança para outras populações.

O exemplo clássico desta modalidade é o controle de macrófitas aquáticas por meio da carpa-capim (*Ctenopharyngodon idella*), nativa da Ásia. Este peixe foi introduzido nos EUA proveniente da Malásia e do Taiwan, visando o controle de macrófitas aquáticas. Devido a problemas de escapes e ocupação de ambientes não desejados, hoje somente é permitida a utilização de carpa-capim triplóide (72 cromossomos). Este animal é considerado estéril e é completamente vegetariano, a partir de 10 cm de comprimento. As espécies ingeridas e a taxa de consumo variam com o tamanho do peixe, temperatura e qualidade da água e composição específica da comunidade de macrófitas (Clugston & Shireman, 1987).

A carpa-capim apresenta baixa especificidade e, por isso, pode consumir praticamente todas as macrófitas aquáticas de um lago e, depois, atacar as plantas terrestres que apresentam partes pendentes no corpo d'água. Sutton & Vandiver (1986) publicaram a

ordem mais comum de preferência alimentar pela carpa-capim, cuja relação é apresentada na Tabela 01. Por este motivo, a quantidade de carpa-capim no corpo hídrico deve ser controlada para que não haja super-pastoreio e, conseqüência, extinção das plantas no lago. É importante ressaltar que o controle biológico tem o objetivo de reduzir a população da macrófita-alvo para um nível em que não interfira na qualidade ambiental ou nos usos múltiplos da água, sem afetar as populações de plantas aquáticas nativas.

Devido aos inúmeros fatores que interferem no poder de predação, a quantidade de carpa-capim por unidade de lago varia com certas características do corpo hídrico, como profundidade, micro-clima regional, densidade e ocupação do lago pela comunidade de macrófitas, sendo necessários vários estudos de manejo da relação entre a biomassa animal e o respectivo poder de predação. Por isso, a liberação da carpa-capim depende de uma licença ambiental.

Não podem ser liberados peixes pequenos em corpos hídricos povoados por peixes carnívoros vorazes, pois haverá uma grande perda de animais. Recomenda-se que os animais sejam liberados com tamanho variando entre 20 e 30 cm. A técnica mais prudente recomenda a liberação de uma pequena quantidade de peixes e a observação dos efeitos de controle depois de algum tempo. Se a redução da macrófita não for satisfatória, deve-se liberar uma nova quantidade de animais e proceder à nova avaliação depois de algum tempo, até o controle ser considerado satisfatório. As avaliações devem ser efetuadas considerando que o tempo satisfatório e seguro para o controle é de dois anos (Clugston & Shireman, 1987).

**Tabela 01** – Ordem média decrescente de preferência alimentar da carpa-capim. O termo “ordem média” é utilizado pelo fato da preferência alimentar variar com a idade dos peixes, com as condições ambientais e com o arranjo das populações na comunidade de macrófitas. (Sutton & Vandiver, 1986).

<b>Ordem de preferência</b>	<b>Nome da macrófita</b>
1	<i>Hydrilla verticillata</i>
2	<i>Chara spp</i>
3	<i>Najas guadalupensis</i>
4	<i>Egeria densa</i>

---

5	<i>Wolffia</i> spp
6	<i>Lemna</i> spp e <i>Spirodella</i> spp
7	<i>Azolla caroliniana</i>
8	<i>Potamogeton</i> spp
9	<i>Ceratophyllum demersum</i>
10	<i>Typha</i> spp
11	<i>Panicum repens</i>
12	<i>Stratiotes aloides</i>
13	<i>Nasturtium officinale</i>
14	<i>Myriophyllum spicatum</i>
15	<i>Vallisneria americana</i>
16	<i>Myriophyllum aquaticum</i>
17	<i>Eichhornia crassipes</i>
18	<i>Pistia stratiotes</i>
19	<i>Nymphaea</i> spp
20	<i>Nuphar luteum</i>

---

### **Especificidade e contexto**

A especificidade é um dos requerimentos básicos para a seleção de um agente de controle biológico de macrófitas aquáticas. O agente deve parasitar ou preda apenas a macrófita-alvo. Esta é uma condição ideal que nem sempre é totalmente satisfeita. Neste caso, vários contextos devem ser considerados numa análise de risco da introdução de um agente de controle biológico num determinado corpo hídrico.

Na estratégia clássica, especialmente quando da introdução em outro continente ou em local muito distante da área original do inimigo natural, a especificidade deve ser total. Quando o inimigo natural atuar contra qualquer espécie nativa no local de introdução, mesmo que de maneira pouco expressiva, existe a possibilidade de que numa condição de falta da macrófita-alvo, o organismo se adapte ao novo hospedeiro e venha a se tornar uma praga ou provoca um desequilíbrio na rede alimentar estabelecida.

Quando o inimigo natural é totalmente específico e é utilizado em ambiente eutrofizado de elevada diversidade biológica, seu impacto sobre a ocupação do corpo hídrico é transitório, pois uma espécie de macrófita que não é atingida pelo agente tende a crescer por causa da maior disponibilidade de recursos não aproveitados e/ou liberados pela macrófita controlada. Neste contexto, o controle biológico será útil quando associado ao controle das outras espécies das outras macrófitas. No entanto, quando a macrófita alvo de controle causa um problema específico ou tem uma maior dificuldade de manejo, também há pertinência para este tipo de agente, pois a redução da macrófita-alvo elimina um problema. Por exemplo, no reservatório de Santana (Pirai, RJ) há uma barreira flutuante que intercepta as macrófitas trazidas pela correnteza antes da estação elevatória de Vigário. Este processo foi eficiente até o aparecimento de *Egeria densa*, pois esta macrófita é submersa, passa por baixo da barreira e vai causar problemas nas grades de proteção da estação de bombeamento. Um inimigo natural específico contra esta Hydrocharitaceae poderá ser útil e reverter à situação de controle à condição anterior, onde a barreira flutuante constituía numa opção eficiente.

O inimigo natural pouco específico exige maiores cuidados em sua utilização no controle biológico de macrófitas aquáticas, pois pode predar ou parasitar outras espécies, reduzir a ocupação e a diversidade biológica do corpo hídrico. Mas também há contextos em que o inimigo natural pouco específico pode ser útil e seguro. Por exemplo, a carpa-capim triploide pode ser útil em canais artificiais para irrigação, pois pode ser confinada temporariamente a determinados trechos e, com isso, sua predação pode ser manejada. Devido a uma determinada ordem na preferência alimentar, pequenas densidades de carpa-capim se alimentam de algumas espécies não havendo forrageamento nas demais. Este comportamento pode ser útil no controle seletivo de macrófitas.

Para ilustrar o programa de seleção e desenvolvimento de agentes de controle biológico de uma macrófita aquática será utilizado o programa de pesquisa e desenvolvimento de inimigos naturais do aguapé, ao nível mundial.

## **Literatura citada**

Clugston, J.P. & Shireman, J. V. Triploid grass carp for aquatic plant control. Washington, USDA/FWS, 1987. **Fish and Wildlife Leaflet n°8**, 3 p.

Sutton, D. L. & Vandiver Jr, V. V. Grass carp: a fish for biological management of *Hydrilla* and other aquatic weeds in Florida. Gainesville (FL), IFAS/UF, 1986. **Bulletin 867**, 10 p.