

CONTROLE BIOLÓGICO DE PLANTAS DANINHAS



Prof. Dr. RICARDO VICTORIA FILHO

ÁREA DE BIOLOGIA E MANEJO DE PLANTAS DANINHAS

DEPARTAMENTO DE PRODUÇÃO VEGETAL

ESALQ/USP – PIRACICABA/SP

rvictori@usp.br



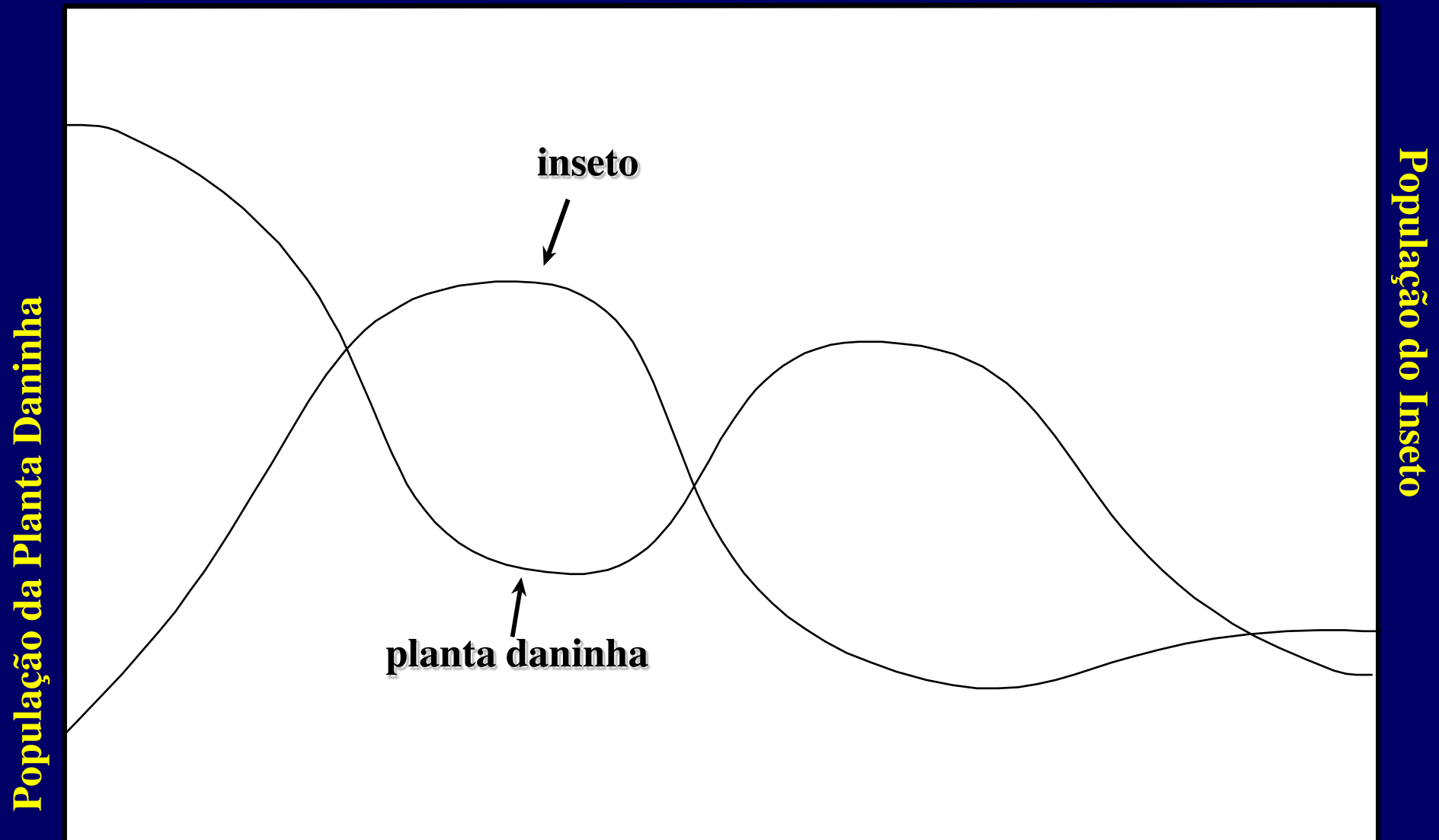
CONTROLE BIOLÓGICO DAS PLANTAS DANINHAS

- 1. CONCEITO**
- 2. VANTAGENS E DESVANTAGENS**
- 3. MÉTODOS DE CONTROLE BIOLÓGICO**
 - 3.1. ESTRATÉGIA CLÁSSICA**
 - 3.2. ESTRATÉGIA INUNDATIVA**
 - 3.3. ESTRATÉGIA REPOSITIVA**
- 4. CONTROLE POR AGENTES MICROBIOLÓGICOS**
 - 4.1. ASPECTOS DO DESENVOLVIMENTO**
 - 4.2. PRINCIPAIS OBSTÁCULOS**
 - 4.3. TECNOLOGIA DE FORMULAÇÃO**
 - 4.4. DESENVOLVIMENTO DE HERBICIDAS MICROBIOLÓGICOS NO BRASIL**

1.CONCEITO

Consiste no uso de inimigos naturais (parasitas, predadores ou patógenos) para reduzir a população das plantas daninhas e conseqüentemente a sua capacidade competitiva.

Podem ser utilizados insetos, fungos, bactérias, vírus, ácaros, aves, peixes e outros animais.



**FIGURA 1 - VARIAÇÃO DA POPULAÇÃO DA PLANTA DANINHA
E DO INSETO COM O DECORRER DO TEMPO**

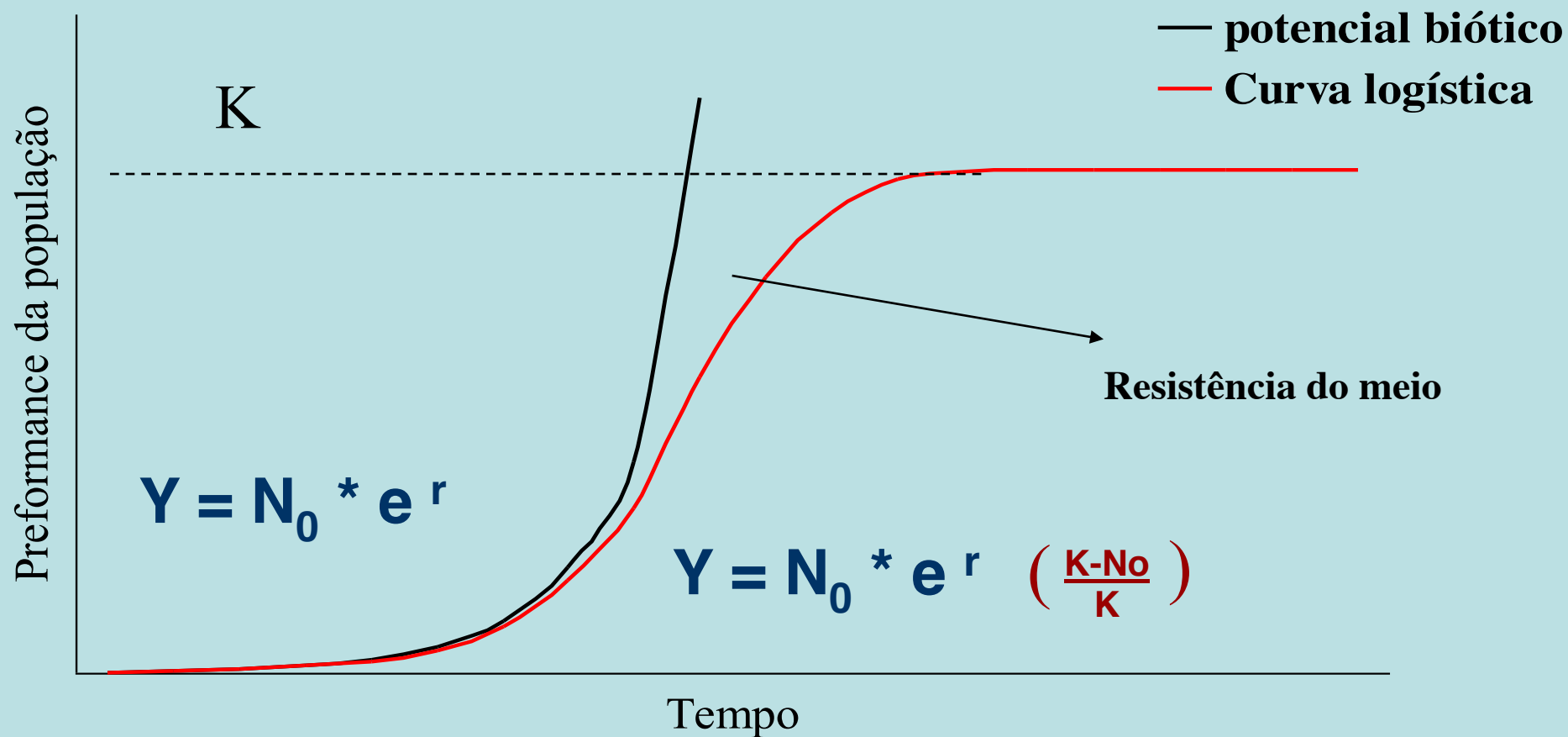


Figura 2 - Curvas de crescimento populacional

RESISTÊNCIA DO MEIO

- **Fatores abióticos**

- naturais (climáticos e edáficos)
- promovidos pelo homem (métodos físicos e químicos de controle)

- **Fatores bióticos**

- naturais (competição, alelopatia, parasitismo e predação)
- manipulados pelo homem (competição, alelopatia, parasitismo e predação)

Interação Biótica	Espécies reunidas		Espécies isoladas	
	Espécie A	Espécie B	Espécie A	Espécie B
Predação	+	-	-	O
Parasitismo	+	-	-	O
Amensalismo	O	-	O	O
Competição	-	-	O	O

- + condição favorável para a população A predador de B
- condição desfavorável para a população A parasita de B
- o condição não afeta o desempenho da população A amensal de B

Figura 3 - Efeitos esperados das interações bióticas

2. VANTAGENS E DESVANTAGENS DO CONTROLE BIOLÓGICO

CONTROLE BIOLÓGICO DAS PLANTAS DANINHAS

VANTAGENS

- a) Auto perpetuação**
- b) Sem necessidade de reaplicação, uma vez estabelecido com sucesso**
- c) Sem efeitos tóxicos**
- d) O efeito é limitado a uma planta alvo**

CONTROLE BIOLÓGICO DAS PLANTAS DANINHAS

VANTAGENS

- e) O controle é dependente da densidade da planta daninha hospedeira**
- f) Autoperpetuação mesmo em ambiente de difícil acesso**
- g) Custos não são recorrentes**
- h) Grandes benefícios nos programas que apresentam sucesso**

CONTROLE BIOLÓGICO DAS PLANTAS DANINHAS

DESVANTAGENS

- a) Controle lento**
- b) Sem garantia de resultados**
- c) O estabelecimento pode ter insucesso por várias razões**
- d) Efeitos ecológicos podem ser desconhecidos, com mutações para formas indesejáveis**
- e) Se a planta daninha alvo é próxima da planta cultivada os agentes são limitados**

CONTROLE BIOLÓGICO DAS PLANTAS DANINHAS

Desvantagens

- f) Alguns riscos não podem ser avaliados e, portanto, não são conhecidos**
- g) Não funciona em culturas de ciclo curto**
- h) Restrição da dispersão em áreas onde a disseminação inicial é lenta**
- i) Investimento inicial, tempo, e pessoal é muito alto**
- j) Erradicação é impossível**

3. MÉTODOS DE CONTROLE BIOLÓGICO

3.1. ESTRATÉGIA CLÁSSICA

3.2. ESTRATÉGIA INUNDATIVA

3.3. ESTRATÉGIA REPOSITIVA

Melhores alvos

- ✓ **Planta daninha dominante**
- ✓ **Planta bastante susceptível ao agente biológico**
- ✓ **Planta perene introduzida**
- ✓ **Planta não relacionada econômica ou ecologicamente com as plantas nativas importantes**

Melhores locais

- ✓ Pastagens permanentes
- ✓ Áreas não agrícolas
- ✓ Florestas
- ✓ Ambientes aquáticos

CONTROLE BIOLÓGICO ESPONTÂNEO

- Ocorre naturalmente nas áreas agrícolas e outras áreas de interesse.
- Aguapé – *Eichhornia crassipes*
cicatrizes foliareas devido a ação dos insetos *Neochetina eichornia* e *N. brucchi*.
- infecções secundárias de fungos
- Amendoim-bravo – *Euphorbia heterophylla* – vírus em áreas de citros
- Fedegoso – *Senna obtusifolia* – ocorrência no plantio direto de damping-off (*Alternaria cassiae*)

3.1 ESTRATÉGIA CLÁSSICA

- **É utilizada para plantas exóticas recém-introduzidas e que apresentam grande expansão populacional.**
- **Baseia-se na identificação e seleção de inimigos naturais na região de origem da plantas exótica.**

ESTRATÉGIA CLÁSSICA - características

- **Tem sido empregada com sucesso em áreas de pastagens extensivas, reservas florestais e ecossistemas frágeis**
- **Testes de especificidade devem ser realizados com muito rigor**
- **Custo inicial elevado**
- **Irreversibilidade do processo**
- **Impossibilidade de previsão de sucesso**
- **Não é indicada para soluções de curto prazo**

ESTRATÉGIA CLÁSSICA – Espécies consideradas de risco

- **Aquelas filogeneticamente relacionadas a planta daninha alvo**
- **Aquelas não expostas previamente ao organismo**
- **Aquelas com poucas informações sobre os seus inimigos naturais**
- **Aquelas que produzem compostos secundários semelhante a planta daninha alvo**

ESTRATÉGIA CLÁSSICA – Espécies consideradas de risco

- Aquelas que apresentam similaridades morfológicas com a planta daninha alvo
- Aquelas que são atacadas por organismos similares ao estudado como agente de controle biológico
- Aquelas com alguma indicação de ser hospedeira do organismo estudado

Watson (1991)

ESTRATÉGIA CLÁSSICA – exemplos

- *Opuntia* sp – na Austrália – Introduzida em 1839 como ornamental e para cerca viva. Em 1915 havia 60 milhões de acres inutilizados como pastagens.
 - Ação do inimigo *Cactoblastus cactorum* introduzida em 1925 que em 10 anos permitiu a recuperação das áreas (95% em Queensland e 75% em New South Wales).
- *Lantana camara* – cambara, milho de grilo. Introduzida em 1860 como ornamental no Hawaii.
 - ação de diversas espécies que foram utilizadas



FIGURA 4 - *Opuntia cochinillifera*

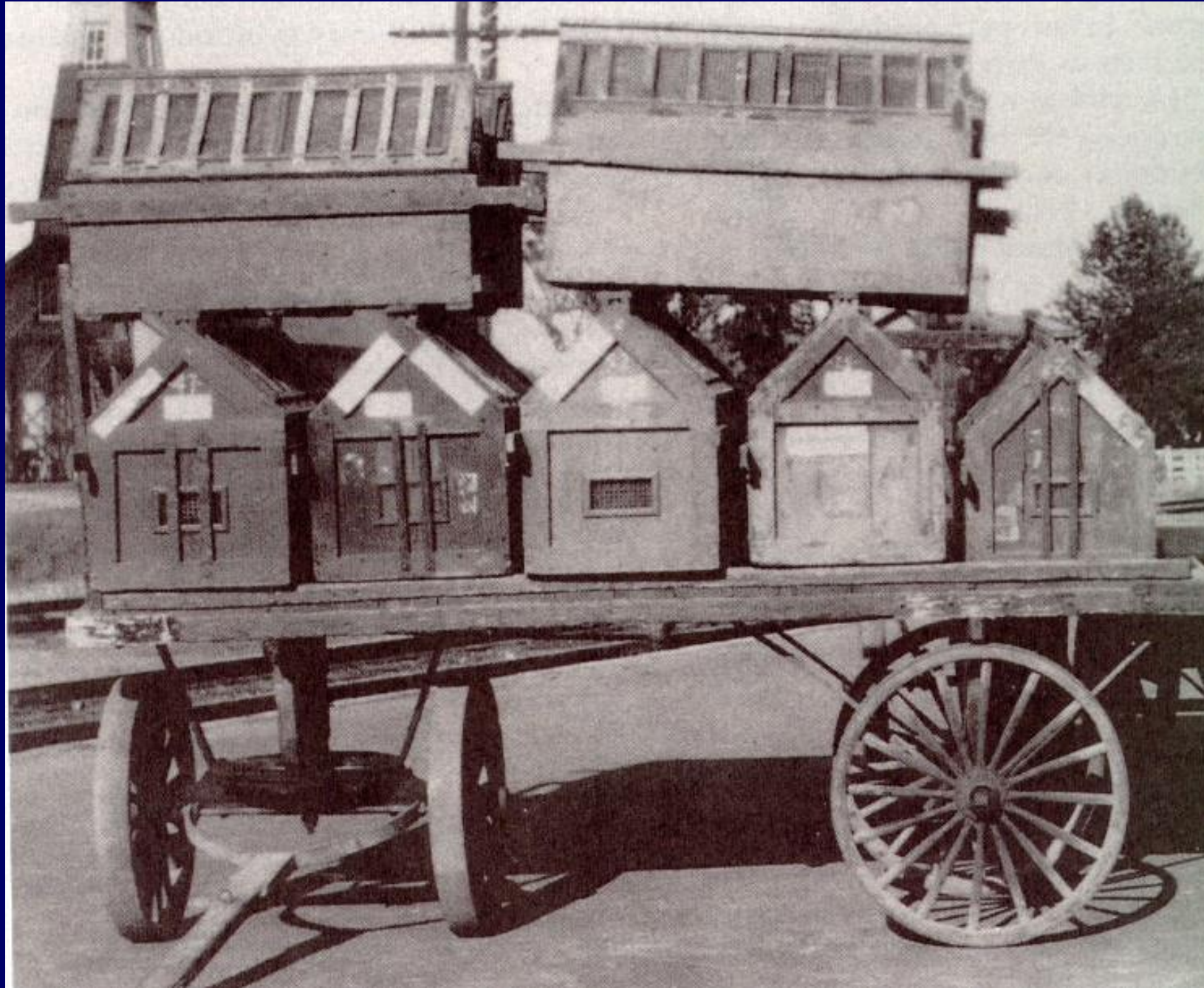


FIGURA 5 – Gaiolas utilizadas para transporte dos agentes biológicos.



FIGURA 6 – Ataque da lagarta *Cactoblastis cactorum* para o controle de espécies do gênero *Opuntia*.



FIGURA 7 - Liberação das lagartas no campo: (1927-1930)



FIGURA 8 – Alto pode de predação com destruição da planta



FIGURA 9 - Em 10 anos obtiveram uma recuperação de 95% áreas infestadas (Pitelli et al (2003))

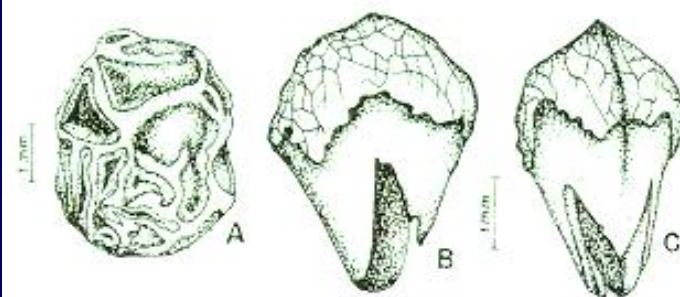
Lantana camara no Hawaií

- **Introduzida** em 1860:
propositos ornamentais
- **Disseminação** favorecida
por dois pássaros
 - *Turtur chinensis*
 - *Acridotheres tristis*
- **1900** → milhões de
hectares
de pastagens inutilizados





Lantana camara



Nuculânio:

- A – com exocarpo
- B, C – sem exocarpo



Plântula

Figura 10 – *Lantana camara* (Lantana ou milho de grilo)

Lantana camara

Oito espécies se tornaram estabelecidas no
Hawaí

- *Crociosema lantana* (Lepidoptera)
 - broca do pedunculo e receptáculo floral
 - predador de flores e frutos
- *Agromyza lantanae* (lepidoptera)
 - predador de frutos e os frutos atacados eram rejeitados pelos pássaros agentes de disseminação
- *Thecla echion* e *Thecla bazochi*
 - predador de flores

ESTRATÉGIA CLÁSSICA – exemplos

- **AGUAPÉ – *Eichlornia crassipes* – nativa da bacia amazônica e do pantanal mato-grossense tem sido disseminada pelo homem em várias regiões tropicais e subtropicais do mundo.**
- **Diversos inimigos naturais tem sido estudados.**
- **Três espécies de insetos associados a fungos tem sido utilizados.**



Figura 11 - *Eichhornia crassipes* (Aguapé)



Figura 12 – Infestação de *Eichhornia crassipes* (Aguapé)



Figura 13 - Inimigos naturais estudados para o controle do aguapé
Neochetina eichhorniae e *N. brucchi*



Figura 14 – Danos provodados pelo bicudo associado ao ataque de fungos



Figura 15 – Treinamento em Ruanda na África para a introdução de *Neochetina* spp no controle do aguapé

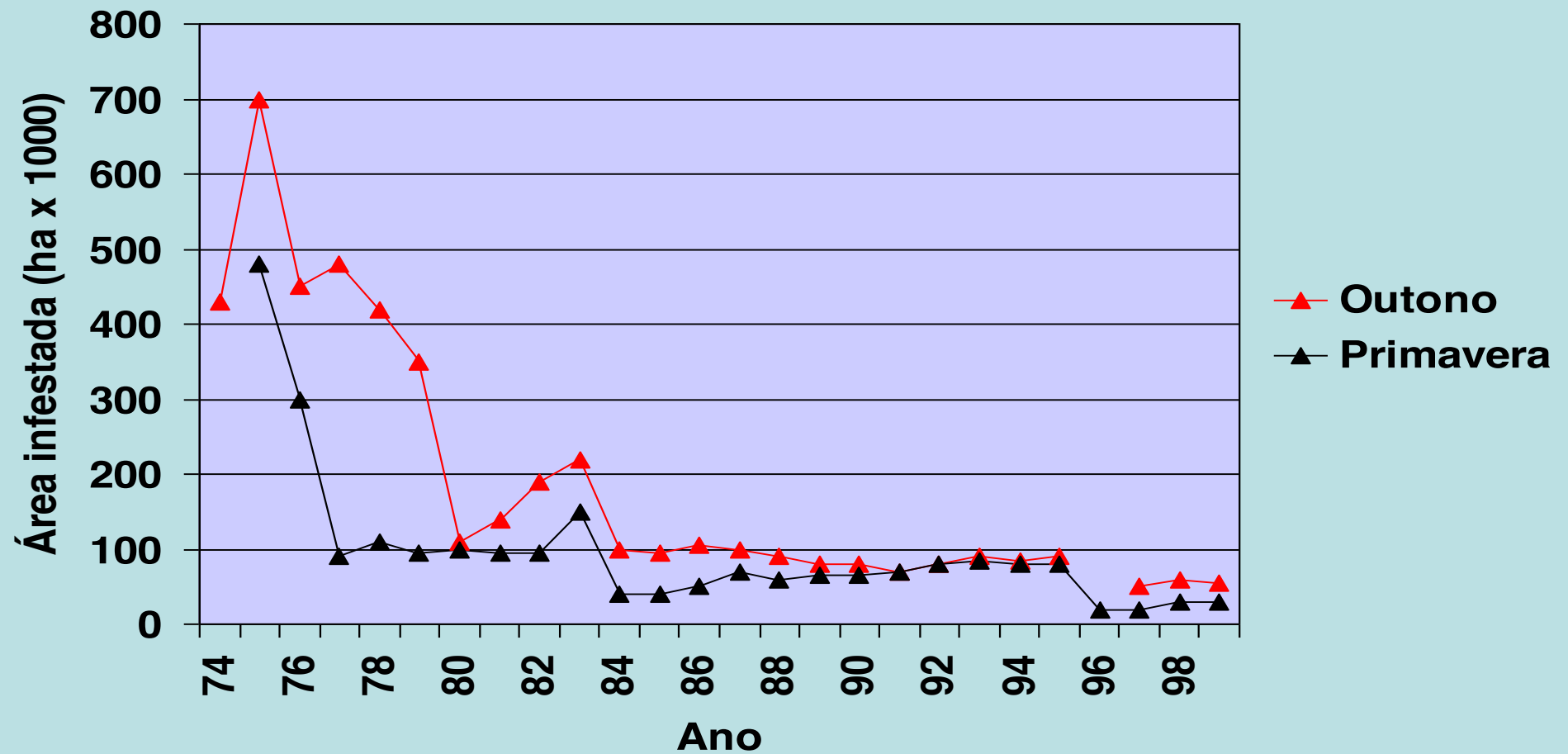


Figura 16 - Área infestada por *Eichhornia crassipes* no Estado de Louisiana. *N. eichhorniae* liberado em 1974 e *N. bruchi* em 1975.

Tabela 1 – Alguns exemplos de controle biológico clássico de plantas daninhas com fungos e insetos

Planta daninha	Local	Agente de Controle biológico	Natureza do Agente	Origem do agente
<i>Acacia saligna</i>	África do Sul	<i>Uromycladium tepperiamum</i>	Fungo(basidiomycota-ferrugem)	Austrália
<i>Ageratina riparia</i>	EUA, Hawai	<i>Entyloma ageratinae</i>	Fungo (Ascomycota)	Jamaica
<i>Alternanthera philoxeroides</i>	EUA	<i>Agasicles hygrophila</i>	Inseto (Coleoptera: chrysomelidae)	Argentina
<i>Carduus nutans</i>	EUA, Canadá	<i>Rhinocyllus conicus</i>	Inseto (Coleoptera: curculionidae)	França
<i>C. Mutans</i>	EUA, Canadá	<i>P. carduorum</i>	Fungo (Basidiomycota-ferrugem)	Turquia
<i>Chondrilla juncea</i>	Austrália, EUA	<i>P. chondrillina</i>	Fungo (Basidiomycota-Ferrugem)	Europa
<i>Cirsium arvense</i>	Austrália, EUA	<i>Puccinia xanthi</i>	Fungo (Basidiomycota – ferrugem)	Austrália
<i>Eichhornia crassipes</i>	EUA	<i>Neochetina eichlorniae</i>	Inseto (Coleoptera: Curculionidae)	Am. do Sul

Tabela 2 – Alguns exemplos de controle biológico clássico de plantas daninhas com fungos e insetos

Planta daninha	Local	Agente de Controle biológico	Natureza do Agente	Origem do agente
<i>E. crassipes</i>	EUA	N. bruchi	Inseto (Coleoptera: Curculionidae)	Am. do Sul
<i>E. crassipes</i>	EUA	Uredo eichorniae	Fungo (Basidiomycota – ferrugem)	Argentina
<i>Galega officinales</i>	Chile	Uromyces galega	Fungo (Basidomycota-ferrugem)	França
<i>Hydrilla verticillata</i>	EUA	Hydrellia balciunasi	Inseto (Diptera:Ephydridae)	Austrália
<i>Pistia stratiotes</i>	EUA	Neohydronomus affinis	Inseto (Coleoptera: Curculionidade)	Argentina
<i>Rubus constrictus</i>	Chile	Phragmidium violaceum	Fungo (Basidiomycota-ferrugem)	Alemanha
<i>R. fruticosus</i>	Austrália	P. violaceum	Fungo (Basidiomycota-ferragem)	Alemanha
<i>R. ulmifolius</i>	Chile	P. violaceum	Fungo (Basidiomycota-Ferrugem)	Alemanha
<i>Senecio jacobaeae</i>	EUA	Longitarsus jacobae	Inseto (Coleoptera chrysomelidae)	Itália
<i>S. vulgaris</i>	EUA, Europa	P. lagenophorae	Fungo (Basidiomycota-ferrugem)	Austrália



Figura 17 – Infestação de aguapé no Lago Victoria, Africa.



Figura 18 – Resultado de controle do aguapé com agente biológico no Lago Victoria



Figura 19 – Infestação de *Eichhornia crassipes* (Aguapé) no Kenya Kisumu Yacht Club Lake Victoria e resultado do controle biológico.



Figura 20 – Infestação de *Eichhornia crassipes* (Aguapé) em Uganda – África e resultado do controle biológico.



Figura 21 – Infestação de *Salvinia* spp na Austrália.



Figura 22 – *Bicudo* (*Cyrtobagous salvinae*) utilizado para o controle da salvinia.



Figura 23 - Infestação de salvinia antes da liberação de *Cyrtobagous salvinae*



Figura 24 – Resultado do controle biológico depois da liberação de *Cyrtobagous salvinae*

3.2. ESTRATÉGIA INUNDATIVA

- **Utilização de fungos ou bactérias fitopatogênicas como agentes de biocontrole.**
- **Esses organismos devem ser específicos e seguros para plantas não-alvo.**
- **Organismos são aplicados em altas populações provocando expressivo e imediato impacto na dinâmica populacional ou na competitividade da plantas daninha**

ESTRATÉGIA INUNDATIVA

- Estratégia cara, embora possa ser altamente eficaz e comercialmente explorada
- Exemplos
 - Collego → *Colletotrichum gloesporioides* f.sp. *aeschynomene* no controle de *Aeschynomene virginica* em campos de arroz - 1982
 - DeVine → *Phytophthora palmivora* no controle de *Morrenia odorata* em pomares cítricos - 1981
 - BioMal → *Colletotrichum gloesporioides* f. sp. *malvae* no controle de *Malva pusilla* - 1992

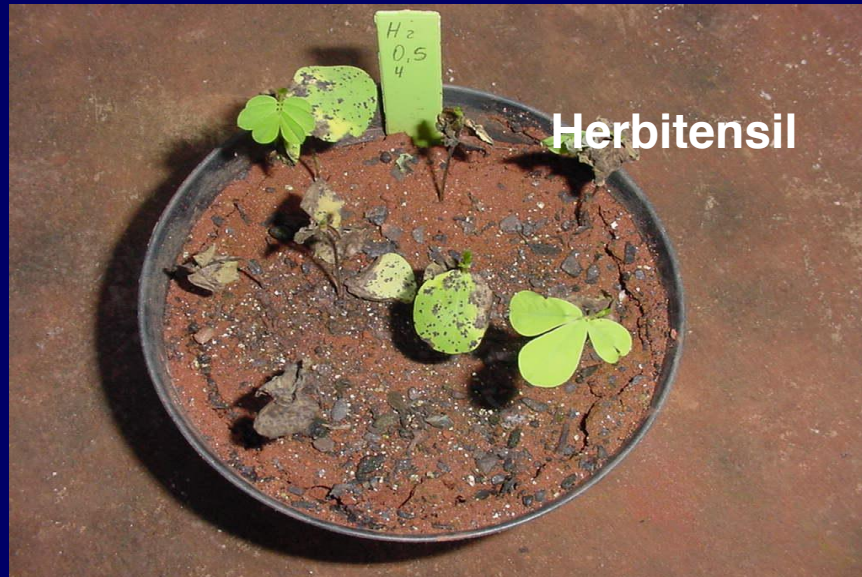


Figura 25 - *Alternaria cassiae*, agente de controle biológico de *Senna obtusifolia*

Egeria densa no reservatório de Jupiá





Carregamento de *Egeria* spp retirada das grades de proteção das turbinas na Usina de Jupia

Efeitos de concentrações de inóculo produzido em arroz sobre a mortalidade de *Egeria najas*



Bioherbicida para *Solanum viarum*

- Solvinix
- Virus: TMGMV
- Forte reação de hipersensibilidade



33 DIAS DA APLICAÇÃO

Reaction of TSA plants to infection by TMGMV



TMGMV: localized necrotic flecks or lesions, about 12 days after inoculation



TMGMV: lethal systemic hypersensitive response, about 2 weeks after inoculation



A mature TSA plant at the time of inoculation with the virus



The same plant as on the left, about 3 weeks after inoculation

Tabela 3 - Bioherbicidas registrados - Nachtigal, 2009 .

Patógeno	Planta invasora	Nome comercial	Referências
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i> f. <i>Aeschynomene virginica</i> sp. <i>aeschynomene</i>		Collego®	Bowers (1986), Smith (1982, 1991)
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i> f. <i>Malva pusilla</i> sp. <i>malvae</i>		BioMal®	Boyetchko (1999), Mortensen (1998), Mortensen e Makowski (1997)
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	<i>Acacia holosericea</i>	Hakatak™	Morris et al. (1999)
<i>Phytophthora palmivora</i>	<i>Morrenia odorata</i>	DeVine®	Ridings (1986)
<i>Cercospora rodmanii</i>	<i>Eichhornia crassipes</i>	ABG-5003	Charudattan (1991, 2001)
<i>Alternaria cassiae</i>	<i>Cassia obtusifolia</i> , <i>Cassia occidentalis</i> , <i>Crotalaria spectabilis</i>	CASST™	Charudattan et al. (1986)
<i>Alternaria</i> sp.	<i>Cuscuta</i> spp.	Smolder®	Bewick et al. (2000)
<i>Puccinia canaliculata</i>	<i>Cyperus esculentus</i>	Dr. BioSedge®	Bruckart e Dowler (1986), Phatak (1992)
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	<i>Cuscuta</i> spp.	LUBOA	Templeton (1992)
<i>Chondrostereum purpureum</i>	<i>Prunus serotina</i>	BioChon™ Stumpout®	Dumas et al. (1997) Shamoun e Hintz (1998)
<i>Cylindrobasidium leave</i>	<i>Acacia</i> spp.	ECOclear™	Butt e Cooping (2000)
<i>Fusarium</i> spp.	<i>Abutilon theophrasti</i>	Velgo®	Butt e Cooping (2000)
<i>Xanthomonas campestris</i>		Camperico®	Imaizumi et al. (1997)

3.3. Estratégia repositiva

Trata-se da variação da inundativa

- **Se estabelece um tamanho populacional do agente de controle biológico que seja ideal para manter a população da planta daninha na densidade desejada**
- **realizam-se avaliações periódicas da densidade do agente de controle biológico**
- **repõe-se o número de indivíduos que faltam para atingir a densidade necessária**

Estratégia repositiva



Exemplo

- *Ctenopharyngodon idella* (carpa-capim) para o controle de *Hydrilla verticillata* em lagos:



Figura 26 – Infestação antes da liberação de *Ctenopharyngodon idella*



Figura 27 - Resultado do controle biológico de *Ctenopharyngodon idella* após liberação



Figura 28 –Controle biológico por *C. idella* em canais de irrigação.



Figura 29 – Controle biológico de *Pistia stratiotes* (alface d'água) pela carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*)

4. Controle de plantas daninhas por agentes microbiológicos

4.1. Aspectos do desenvolvimento e comercialização

Patente

Registro

Comercialização

Conceito de bioherbicidas foi introduzido por Daniel et al. (1973)

Aspecto crítico – segurança a plantas não alvo

4.2. Principais obstáculos

- **eficácia**
- **alto grau de especificidade do hospedeiro**
- **incompatibilidade com os herbicidas**
- **considerações regulatórias**
- **aspectos econômicos**

4.3. Tecnologia de formulação

4.4. Desenvolvimento de herbicidas microbiológicos no Brasil

- leiteiro ou amendoim-bravo → foi estudado o fungo *Bipolaris euphorbiae*
- Tiririca – *Cercospora cairicis*
- Fedegoso – *Senna obtusifolia* → uso do fungo *Alternaria cassiae*
- Aguapé – *Cercospora piaropi*

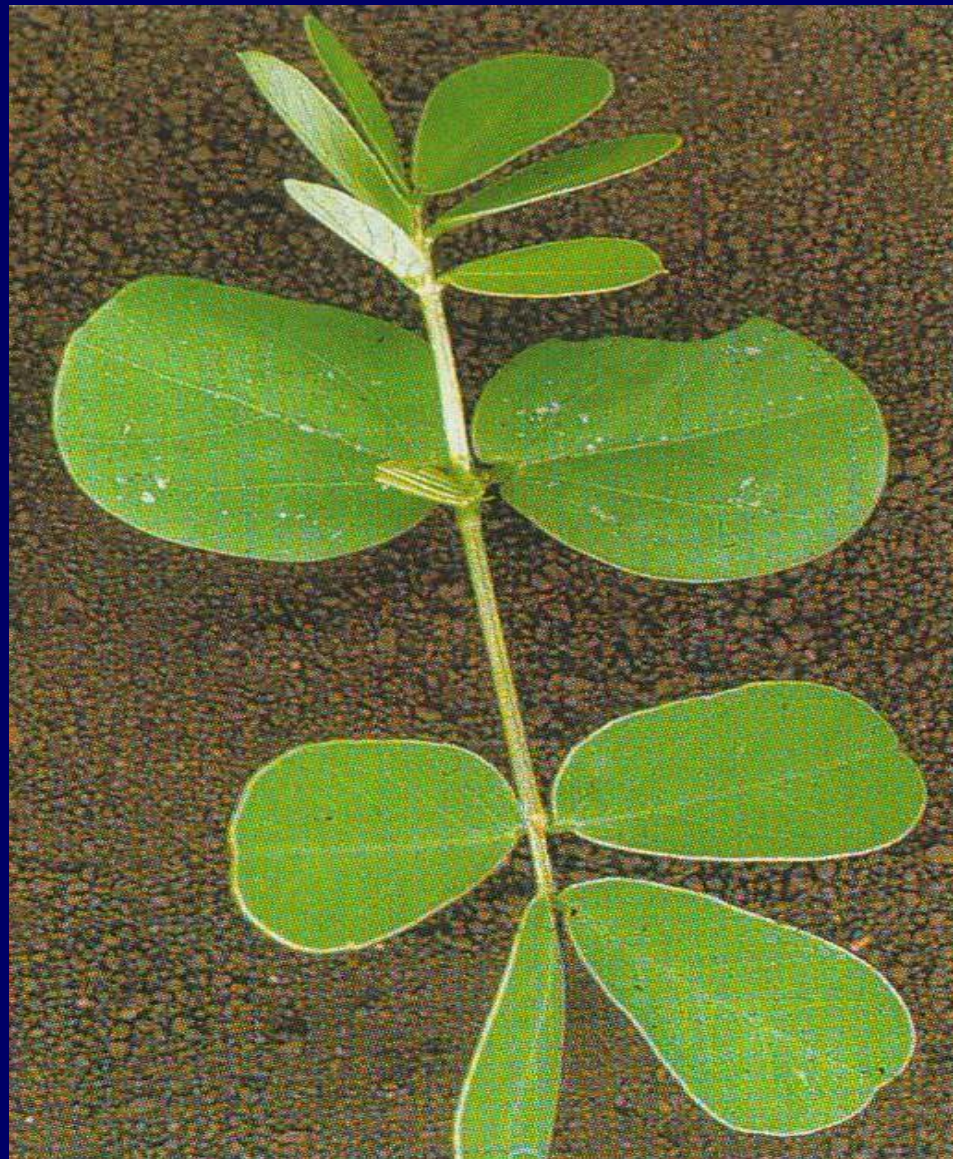
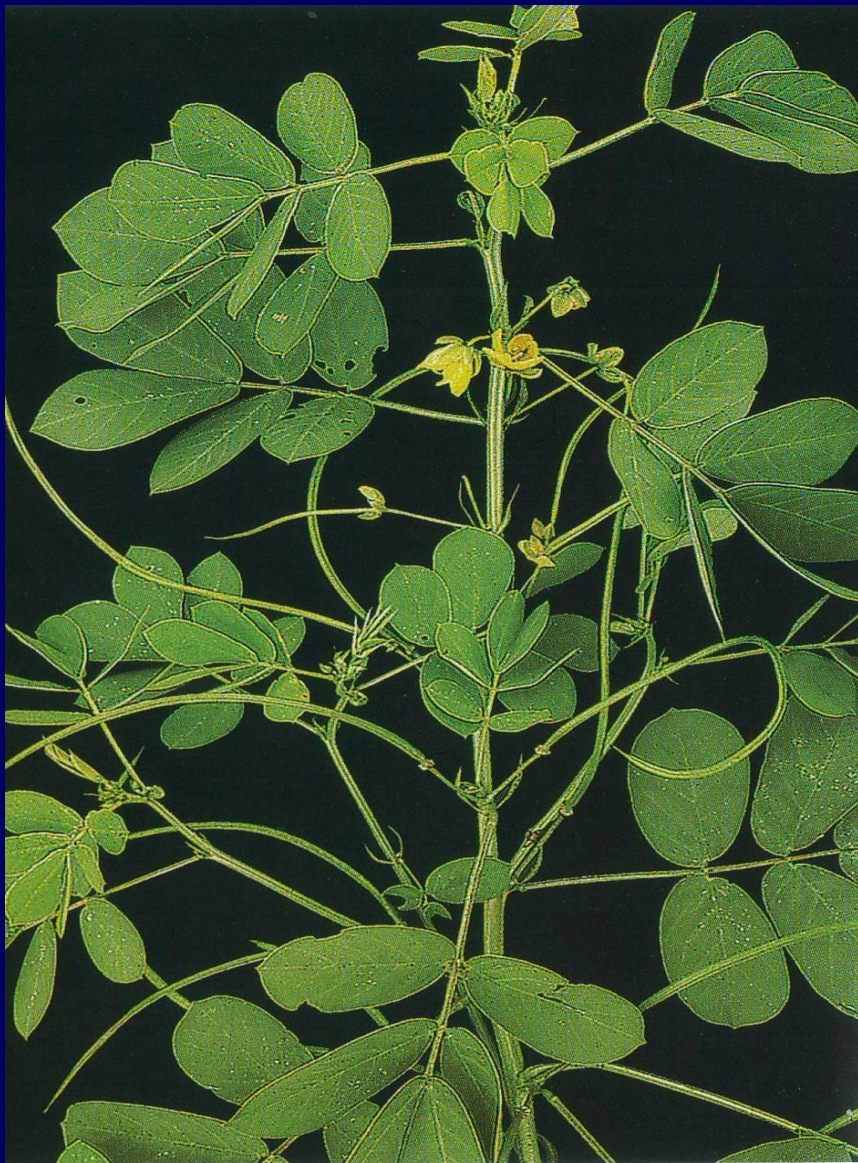


Figura 30 - Fedegoso – *Senna obtusifolia*



Figura 31 - Amendoim bravo – *Euphorbia heterophylla*



Figura 32 Tiririca– *Cyperus rotundus*

Tabela 4 - Agentes fitopatogênicos e plantas alvo identificados na série de estudos conduzidos pelo Laboratório de Controle Biológico de Plantas Daninhas da Universidade Federal de Viçosa.

Fitopatógeno	Planta Alvo	Nome Vulgar	Fonte
<i>Oidiopsis haplophylli</i>	<i>Vernonia scorpioides</i>	Assa-peixe	Parreira et al. (2006)
<i>Prospodium tuberculatum</i>	<i>Lantana camara</i>	Cambará	Ellison et al (2006)
<i>Ramularia pistiae</i>	<i>Pistia stratiotes</i>	Alface d'água	Fernandes & Barreto (2005)
<i>Lewia chlamidosporiformans</i>	<i>Euphorbia heterophylla</i>	Amendoim bravo	Vieira & Barretp (2005)
<i>Cercospora alternanthera</i>	<i>Alternanthera philoxeroides</i>	Bredo-d'agua	Barreto & Torres (1999)
<i>Phaeotrichoconis crotalariae</i>	<i>Cyperus rotundus</i>	Tiririca	Pomella & Barreto (1999)