



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

ISSN 1806-9193

Julho, 2009

versão

ON LINE

Documentos 256

**Controle biológico de
plantas invasoras
exóticas no Sul do Brasil
por meio de
fitopatógenos: princípios
e estratégias de
aplicação em
ecossistemas agrícolas e
naturais**

Editor Técnico

Gláucia de Figueiredo Nachtigal

Pelotas, RS
2009

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Clima Temperado

Endereço: BR 392 Km 78
Caixa Postal 403, CEP 96001-970 - Pelotas, RS
Fone: (53) 3275-8199
Fax: (53) 3275-8219 - 3275-8221
Home page: www.cpact.embrapa.br
E-mail: sac@cpact.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Ariano Martins de Magalhães Jr.
Secretária-Executiva: Joseane Mary Lopes Garcia
Membros: José Carlos Leite Reis, Ana Paula Schneid Afonso, Giovani Theisen,
Luis Antônio Suinta de Castro, Flávio Luiz Carpena Carvalho, Christiane
Rodrigues Congro Bertoldi e Regina das Graças Vasconcelos dos Santos

Suplentes: Márcia Vizzotto e Beatriz Marti Emygdio

Normalização bibliográfica: Regina das Graças Vasconcelos dos Santos
Editoração eletrônica: Oscar Castro
Arte da capa: Oscar Castro

1ª edição

1ª impressão (2009): 50 exemplares

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Nachtigal, Glaucia de Figueiredo.

Controle biológico de plantas invasoras exóticas no Sul do Brasil por meio de fitopatógenos: princípios e estratégias de aplicação em ecossistemas agrícolas e naturais / Glaucia de Figueiredo Nachtigal. -- Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009.

49 p. -- (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 256).

ISSN 1516-8840

Erva daninha – Biocontrole – Espécie exótica. I. Título. II. Série.

CDD 632.96

Autor

Glaucia de Figueiredo Nachtigal

Eng.(a) Agrôn., Dr.(a)

Embrapa ClimaTemperado, Pelotas, RS

(glaucia@cpact.embrapa.br)

Apresentação

A crescente preocupação da sociedade com a preservação e conservação ambiental tem resultado na busca, pelo setor produtivo, de tecnologias para a implantação de sistemas de produção sustentáveis. Neste contexto, a Embrapa Clima Temperado orienta sua programação de PD&I para o avanço do conhecimento e desenvolvimento de soluções tecnológicas para uma agricultura sustentável, ressaltando a necessidade de pesquisa e aplicação do biocontrole de pragas nos sistemas produtivos da Região Sul do País.

Um número significativo de plantas invasoras exóticas são manejadas por práticas culturais e químicas nos sistemas produtivos intensivos da região, muitas vezes com pouca percepção quanto ao potencial invasivo a outros ecossistemas e aos impactos decorrentes. De fato, tais espécies não se restringem aos agroecossistemas e têm invadido ecossistemas naturais com sério comprometimento da biodiversidade no Bioma Pampa.

O presente documento trata especificamente do controle biológico de plantas invasoras exóticas de ocorrência na Região Sul, apresentando conceitos gerais sobre as diferentes estratégias passíveis de adoção para o biocontrole de plantas invasoras e potencialidades para o estabelecimento de programas de controle biológico com fitopatógenos. Trata-se de

uma contribuição no intuito de estimular a geração de tecnologias de biocontrole aptas a serem inseridas no manejo dos ecossistemas regionais ameaçados, com benefícios ambientais, sociais e econômicos significativos.

Waldyr Stumpf Junior
Chefe-Geral
Embrapa Clima Temperado

Sumário

Controle biológico de plantas invasoras exóticas no Sul do Brasil por meio de fitopatógenos: princípios e estratégias de aplicação em ecossistemas agrícolas e naturais	9
Introdução	9
Definições	11
Contribuições das diferentes estratégias de controle biológico para manejo de plantas invasoras exóticas por meio de fitopatógenos	12
A estratégia inundativa ou bioherbicida	13
A estratégia clássica	17
Biocontrole por conservação	18
A estratégia aumentativa	19
A estratégia de manejo do sistema	19
Predição do risco associado à utilização de agentes de biocontrole	21

Determinação do sucesso dos agentes de biocontrole de plantas invasoras	23
Oportunidades para o controle biológico de plantas invasoras exóticas na região Sul do Brasil	24
Plantas invasoras de culturas agronômicas	25
Plantas invasoras de áreas naturais	27
Considerações finais	29
Referências	30

Controle biológico de plantas invasoras exóticas no Sul do Brasil por meio de fitopatógenos: princípios e estratégias de aplicação em ecossistemas agrícolas e naturais

Glauca de Figueiredo Nachtigal

Introdução

Espécies invasivas exóticas, e as limitações ecológicas que impõem, estão aumentando com a globalização dos mercados e aumento da movimentação de pessoas e de mercadorias em todo o mundo (PERRINGS et al., 2002). Uma parte significativa destas invasões são atribuídas às plantas invasoras (McWHORTER e CHANDLER, 1982; CRONK e FULLER, 1995).

Embora somente poucas espécies de plantas exóticas tornem-se invasoras de comunidades naturais, desenvolvendo altas densidades populacionais, aquelas que assim o fazem tornam-se limitantes à manutenção da biodiversidade. No Brasil, embora espécies vegetais exóticas sejam uma realidade, totalizando mais de 100 espécies (INSTITUTO HÓRUS, 2008), ainda são pouco percebidas pela maioria quanto ao potencial invasivo a diferentes ecossistemas e aos impactos econômicos, ecológicos e culturais significativos decorrentes.

Na região Sul do Brasil, o Estado do Paraná foi pioneiro ao divulgar, recentemente, a primeira lista oficial de espécies invasoras exóticas no País (INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ, 2007) com a inclusão de 47 espécies da flora nesta condição.

Nos sistemas produtivos intensivos desta região, a maioria das plantas invasoras são manejadas por práticas culturais e químicas. Porém, as plantas invasoras não se restringem aos agroecossistemas e têm invadido ecossistemas naturais onde o controle químico, em particular, não só é economicamente inviável, mas também impraticável e indesejável devido ao potencial de dano à flora nativa ou ambientes sensíveis. Há casos, ainda, de plantas invasoras cujo controle por meios convencionais é impossível devido às características peculiares do local de ocorrência como a existência, por exemplo, de solos rasos.

Há, no mundo atual, um consenso geral a respeito dos impactos ambientais e efeitos tóxicos ocasionados pelo uso dos métodos químicos de manejo de pragas, o que tem fortalecido o interesse pelo controle biológico de plantas invasoras como um método sustentável, ambientalmente seguro e potencialmente efetivo de controle.

O controle biológico de plantas invasoras consiste no uso de organismos vivos para o manejo de plantas indesejáveis. De modo geral, vírus, bactérias, nematóides, pássaros, insetos, peixes, crustáceos, cobras, lesmas, marsupiais e mamíferos poderiam ser agentes potenciais de biocontrole. Na prática, as bases de dados de programas de biocontrole implementados, em nível mundial, mostram que a maioria dos 350 agentes liberados contra 133 espécies de plantas são artrópodes e vários patógenos (JULIEN e GRIFFITHS, 1998). A lista inclui algumas espécies de peixe como a carpa capim (usando indivíduos triplóides estéreis) para controle da vegetação aquática (BAIN, 1993), porém foram poucas as introduções efetuadas. A efetividade de grandes mamíferos como agentes

de biocontrole de plantas invasoras não é encorajadora (HOLST et al., 2004).

O objetivo desta publicação é apresentar o panorama atual sobre as estratégias potenciais de biocontrole de plantas invasoras, com enfoque em fitopatógenos, e, em uma abordagem ilustrativa, apresentar potencialidades para o estabelecimento de programas de biocontrole de plantas invasoras exóticas na região Sul do Brasil.

Definições

Controle biológico de plantas invasoras é o uso deliberado de inimigos naturais para a redução da população de plantas consideradas problemáticas, em ambientes naturais ou de agricultura, abaixo de um limiar considerado desejável (WATSON, 1991). Termos como plantas não-nativas, naturalizadas, exóticas, invasoras, planta daninha, plantas espontâneas, plantas invasivas e, ainda, invasão e naturalização são comumente encontradas na literatura pertinente ao assunto. Os termos usados nesta publicação são a seguir definidos:

- ✓ Planta invasora – qualquer espécie de planta (nativa ou não) que seja capaz de se estabelecer, aumentar e manter populações em um nível superior a 10% da biomassa de plantas produzidas por uma comunidade de plantas em particular (GRIME, 1998);
- ✓ Planta exótica – espécie fora da área natural de distribuição onde sofreu evolução;
- ✓ Planta invasora exótica – espécie exótica cuja introdução ou dispersão ameaça ecossistemas, habitats ou espécies e causa impactos ambientais, econômicos, sociais ou culturais;
- ✓ Espécie naturalizada - é uma espécie exótica capaz de se estabelecer e persistir na ausência de cuidado humano, em

ambientes naturais ou de agricultura;

- ✓ Dominância – processo de ocupação e dominação do espaço em que as espécies nativas são gradativamente expulsas do seu habitat;
- ✓ O termo planta invasora ou invasiva será usado, de modo indiscriminado, para representar a espécie de planta que pode tornar-se dominante, a despeito se nativa ou introduzida, em um ecossistema particular.

Contribuições das diferentes estratégias de controle biológico para manejo de plantas invasoras exóticas por meio de fitopatógenos

O controle biológico é um método bem estabelecido de supressão ou estabilização de populações de plantas invasoras em níveis aceitáveis sob o ponto de vista econômico. Historicamente, programas de controle biológico de plantas invasoras foram conduzidos por entomologistas e consistiram na introdução de insetos fitófagos exóticos, de uma área geográfica para outra, no intuito de obter o controle de plantas naturalizadas (HASAN e AYRES, 1990). A partir de Wilson (1969), maior atenção foi dada aos fitopatógenos como agentes capazes de causar impacto na capacidade competitiva e na sobrevivência de plantas invasoras. O uso de fitopatógenos como agentes de biocontrole de plantas invasoras segue três estratégias principais distinguidas por Charudattan (1988) (bioherbicidas, clássica e aumentativa) e algumas variações focalizadas mais recentemente.

A estratégia inundativa ou bioherbicida

Os princípios da estratégia bioherbicida foram delineados para contemplar o emprego de patógenos endêmicos, com um grau

aceitável de especificidade de hospedeiro e segurança a plantas não-alvo, para o controle de plantas invasoras (TEMPLETON et al., 1979). As limitações naturais resultantes da relação de co-evolução entre patógeno-hospedeiro, expressas por uma baixa probabilidade de causar os danos requeridos para o controle de plantas invasoras em cultivos agrícolas (HARPER, 1990), seriam superadas pela manipulação para a produção massal de inóculo e aplicação de forma periódica e planejada de altas doses (inundação) do patógeno virulento na população de plantas invasoras (TEMPLETON et al., 1979; CHARUDATTAN, 1988; WATSON, 1989; TeBEEST, 1991). O monitoramento do momento de aplicação contribuiria para o desenvolvimento epidêmico da doença, por superar condições do ambiente limitantes ao patógeno (QUIMBY JR. e WALKER, 1982), porém o controle não iria além da estação de crescimento na qual o bioherbicida foi aplicado, pois as práticas de manejo e o uso de agrotóxicos poderiam romper o ciclo de vida do patógeno, afetando sua sobrevivência (TEMPLETON, 1981).

Os requerimentos de aplicação periódica e a utilização de forma similar aos herbicidas químicos tornaram os bioherbicidas bastante atrativos ao patenteamento e desenvolvimento industrial na década de 80. A premissa de formulação, padronização, empacotamento e comercialização fez com que os bioherbicidas fossem submetidos a registro e regulamentações apropriadas (CHARUDATTAN, 1982). Nesta época, a comercialização dos bioherbicidas relacionava-se fortemente ao aspecto econômico, ainda que existisse consenso de que o custo para seu desenvolvimento fosse inferior àquele dos herbicidas químicos (AULD, 1991), demandando um mercado suficientemente grande para garantir retorno aos investimentos. Sob a ótica da eficácia dos agentes potenciais, era desejável que proporcionassem altos índices de mortalidade ou dano às plantas invasoras, bem como controle rápido e facilmente obtido sob condições normais de prática agrícola (CHARUDATTAN, 1990).

Após considerável expectativa depositada nos anos iniciais de

desenvolvimento dos bioherbicidas, fruto das liberações bem sucedidas dos primeiros bioherbicidas comercializados nos Estados Unidos no início da década de 80 (RIDINGS, 1986; BOWERS, 1986), mais de 100 microrganismos foram identificados como candidatos ao desenvolvimento de bioherbicidas (MENARIA, 2007). Poucos, porém, atingiram a performance para a comercialização e foram registrados (**Tabela 1**).

Ainda hoje, a manufatura de um produto formulado, de fácil uso, estável e custo-efetivo se justifica, porém o problema limitante dos bioherbicidas tem sido sua baixa eficácia em campo. Não basta, simplesmente, aumentar a carga de inóculo de organismos potenciais e aplicá-los em uma formulação simplificada. Constatação corroborada pelos trabalhos de Gressel et al. (1996) e Gressel (2002) ao demonstrarem que os bioherbicidas estão sendo aplicados a taxas de 1 a 3 ordens de magnitude mais alta do que teoricamente necessário, em um indicativo de que a inundação, por si só, é incapaz de aumentar o efeito dos agentes potenciais de modo suficiente para que se alcance o controle a níveis econômicos.

A partir de Hallett (2005), o desenvolvimento de bioherbicidas sofreram reconsiderações e redefinições pertinentes à necessidade de modificação de aspectos relacionados às interações patógeno-hospedeiro para que epidemias artificiais, requeridas por esta estratégia, sejam alcançadas. Na visão do autor, tentativas de usar fitopatógenos como bioherbicidas, sem significativa melhoria por meio de métodos culturais, agronômicos ou genéticos, continuará a resultar em baixa eficácia e falhas no desenvolvimento deste campo da ciência.

Tabela 1. Bioherbicidas registrados para a comercialização.

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 leae</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)

Oportunidades para a melhoria da eficácia bioherbicida têm ocorrido às custas de tecnologias moleculares (AMSELLEM et al., 2002; GREAVES et al., 1989; GRESSEL et al., 1996) que, adicionalmente, têm possibilitado o monitoramento dos bioherbicidas no campo (CIOTOLA et al., 2001; DAUSCH et al., 2003).

As limitações da baixa eficácia dos bioherbicidas parece apresentar maiores obstáculos de pesquisa do que as limitações de baixa segurança e, provavelmente, seja mais fácil desenvolver estratégias de uso seguro para bioherbicidas não específicos do que estratégias efetivas para bioherbicidas altamente específicos (SANDS e PILGERAM, 2001). Neste sentido, parece lógico empreender estudos com organismos que têm atividade bioherbicida potente e muitos de tais organismos têm inespecificidade inerente.

Outra possibilidade consiste na exploração dos produtos microbianos. Sugestões têm sido feitas para que aleloquímicos e outros produtos naturais, ou seus derivados, possam ser usados como aditivos para aumentar a atividade de bioherbicidas (ABBAS et al., 1995; DUKE et al., 2001; GRONWALD et al., 2002; VEY et al., 2001). Muitos microrganismos produzem moléculas herbicidas que oferecem grande potencial e revisões detalhadas desta área podem ser encontradas em Abbas e Duke (1995), Duke (1986) e Hoagland (2001). A maioria das moléculas herbicidas derivadas de microrganismos são, contudo, estruturas complexas, impróprias para a síntese (DUKE, 1986) e, algumas vezes, tais metabólitos representam um risco ambiental e à saúde em concentrações elevadas (VEY et al., 2001).

Ao analisar o mercado para desenvolvimento de bioherbicidas, novamente se observa uma mudança significativa de postura da comunidade científica em relação aos pressupostos iniciais (CHARUDATTAN, 2001). Aparentemente, as oportunidades para o desenvolvimento de bioherbicidas parecem ser menores para culturas onde as alternativas químicas são abundantes e

maiores para culturas de alto valor, a exemplo dos sistemas produtivos de base ecológica e "minor crops", onde os custos de manejo de plantas invasoras são caros e os herbicidas químicos ausentes ou de uso não permitido.

A estratégia clássica

O Programa de Espécies Invasivas Globais (GISP), idealizado pelo Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE), World Conservation Union (IUCN) e pelo Centre for Agriculture and Biosciences International (CABI), tem auxiliado os países a direcionar ações contra espécies invasoras exóticas pelo desenvolvimento de estratégias de prevenção e controle à nível nacional e regional e, como resultado, o controle biológico clássico tem sido apontado como uma das principais estratégias de controle de plantas invasoras (WITTENBERG e COCK, 2001).

O controle biológico clássico tem por alvo espécies exóticas e baseia-se na hipótese da liberação de inimigos naturais. Esta hipótese assume que populações de plantas, uma vez livre do complexo de seus inimigos naturais, podem expandir-se rapidamente e, desta forma, tornam-se mais competitivas (WILSON, 1969; MITCHELL e POWER, 2003). Por esta estratégia, inimigos naturais são coletados no centro de origem da espécie invasora alvo, selecionando o(s) de maior(es) impacto(s) para a espécie alvo. Após passar por um rigoroso programa de avaliação e seleção, os melhores agentes são introduzidos e liberados na nova área de ocorrência (FAO, 1996).

O controle biológico clássico tem sido conduzido com sucesso, por mais de um século, com o emprego de artrópodes (JULIEN e GRIFFITHS, 1998). Desde 1972, introduções de fungos fitopatogênicos para o controle de espécies invasoras exóticas foram feitas em todo o mundo e um número significativo destes têm tido sucesso em reduzir o impacto de plantas invasoras exóticas ou estão se mostrando altamente promissores

(EVANS, 2002). Mais recentemente, trabalho de MITCHELL e POWER (2003) promoveu forte evidência em suporte à hipótese de liberação de inimigos especificamente para fitopatógenos, suportando o interesse crescente em patógenos como agentes clássicos de biocontrole de plantas invasoras (MACK et al., 2000; EVANS, 2000).

Esta estratégia se adapta bem ao manejo integrado de pragas em agroecossistemas (CHARUDATTAN, 2001) e constitui a única opção viável, à longo prazo, para o controle de espécies de plantas invasoras exóticas em ambientes naturais e de pastagens (McFADYEN, 1998). Plantas invasoras anuais são alvos menos adequados ao controle biológico clássico (BRIESE, 1993) devido à inexistência de um suprimento contínuo de plantas capaz de manter a população do patógeno.

Biocontrole por conservação

A expansão da agricultura intensiva com base em agrotóxicos químicos sintéticos responde por uma das maiores limitações à biodiversidade (TILMAN et al., 2001) e, de fato, tem sido crescente o interesse quanto ao entendimento dos processos que contribuem para a supressão de populações de plantas invasoras por populações residentes de inimigos naturais, de modo não manipulado (controle natural), bem como pelas práticas de manejo que promovem biodiversidade à nível de propriedade rural (BENGTSSON et al., 2005; HOLE et al., 2005). As práticas de controle biológico por conservação, que envolvem a manipulação dos habitats agrícolas para favorecer os inimigos naturais de pragas (patógenos, parasitóides e predadores), prometem a conservação da biodiversidade de inimigos naturais e a redução dos problemas de pragas (BARBOSA, 1998). A base do controle biológico por conservação reside no fomento de inimigos naturais que já estejam presentes (LANDIS et al., 2000).

Vários microrganismos de solo podem causar supressão da

germinação e apodrecimento de sementes bem como redução da taxa de crescimento e sobrevivência de plântulas (KENNEDY, 1997; KREMER, 1993). Entre estes microrganismos estão várias bactérias conhecidas por rizobactérias deletérias ou DRBs (KLOEPPER e SCHROTH, 1978; KREMER e KENNEDY, 1996; SUSLOW e SCHROTH, 1982) que exercem sua atividade herbicida por meio da liberação de metabólitos tóxicos (KREMER e KENNEDY, 1996; TRANEL et al., 1993). Muitos fungos são ativos no solo, porém poucas espécies têm sido investigadas quanto ao potencial como agentes de biocontrole. Estes importantes componentes da flora microbiana podem ser manipulados indiretamente, e de modo a favorecê-los, por meio de procedimentos de manejo tais como cultura de cobertura, rotação de culturas e manejo de resíduos vegetais (LI e KREMER, 2000), de modo a acelerar as taxas de apodrecimento de sementes de plantas invasoras ou predação a partir do solo.

A estratégia aumentativa

Em menor extensão, comparativamente aos bioherbicidas, agentes biotróficos, de difícil produção de inóculo em larga escala, são aplicados periodicamente na área onde se pretende o controle, em um tipo de estratégia denominada aumentativa. Este tipo de estratégia de biocontrole teve pouca repercussão, exceto por trabalhos como o de Phatak et al. (1987). Mais recentemente, sua exploração foi retomada com a aplicação da estratégia de manejo do sistema iniciada na Europa a partir de Müller-Schärer e Frantzen (1996).

A estratégia de manejo do sistema

A estratégia de manejo do sistema, relacionada às estratégias aumentativa e por conservação, é indicada para agroecossistemas extensivos e intensivos e tem por base não a erradicação da planta invasora, mas sim a redução da competição exercida pela planta invasora na cultura pelo

manejo da interação patógeno/planta invasora de modo a maximizar a disseminação natural e a severidade da doença (MÜLLER-SCHÄRER e FRANTZEN, 1996). Limitações ao desenvolvimento de uma doença envolvem a falta de inóculo adequado, incluindo a disjunção espacial e temporal entre o hospedeiro e o patógeno, a resistência do hospedeiro e as deficiências ambientais (SHRUM, 1982). Desta forma, o estímulo à ocorrência de uma epidemia ocasionada por um patógeno, que exerça um efeito sub-letal no hospedeiro, e a consequente redução da competitividade da planta invasora alvo são os fatores chave desta estratégia (FRANTZEN e MÜLLER-SCHÄRER, 1998). Considera-se o uso de patógenos não somente como agentes terapêuticos para reduzir a interferência da planta invasora à cultura associada, mas também como agentes preventivos para limitar populações futuras da planta invasora pela redução da produção de sementes (MÜLLER-SCHÄRER e FRANTZEN, 1996).

A proteção da biodiversidade consiste em peça fundamental no desenvolvimento de uma agricultura sustentável e sob este enfoque, esta estratégia está alinhada com os princípios da agroecologia, podendo ser aplicada em sistemas de produção de base ecológica e com distúrbios físicos mínimos, integrando patógenos potenciais e táticas complementares para o manejo de uma planta invasora particular à nível local. Da mesma forma que para o controle biológico clássico, plantas anuais são consideradas alvos difíceis de controle por meio da estratégia de manejo do sistema (COUSENS e CROFT, 2000). Aplica-se bem a situações onde é necessário o controle de uma única espécie invasora e onde o controle imediato e completo não é requerido, a produção de grandes quantidades do agente é limitada (uso de fungos biotróficos, por exemplo) e/ou a importação de um agente exótico não é possível (MÜLLER-SCHÄRER e FRANTZEN, 1996).

Os critérios para escolha de agentes de biocontrole aptos à inserção na estratégia de manejo do sistema foram apontados por Frantzen et al. (2001) e incluem: (1) o agente deve ser um

inimigo natural nativo ou naturalizado; (2) O agente deve ser capaz de reduzir a competitividade de seus hospedeiros sem matá-los e (3) o agente deve ter uma capacidade nata para reproduzir e disseminar de modo relativamente fácil.

Predição do risco associado à utilização de agentes de biocontrole

A introdução de patógenos como agentes de biocontrole não é uma operação intrinsecamente segura (LONDASLE et al., 2001). O controle biológico visa, em última instância, maximizar a proporção dos efeitos desejáveis indiretos em relação aos indesejáveis, diretos e indiretos, e os procedimentos e estratégias usadas para selecionar agentes de biocontrole vai ao encontro destas expectativas. Os efeitos diretos referem-se às interações físicas entre as espécies em questão e efeitos indiretos, por outro lado, são aqueles nos quais não há interação física. Em termos do controle biológico, incluem, como aspectos positivos, o aumento na produção dos cultivos ou na biodiversidade decorrentes do sucesso do biocontrole. Quanto ao aspecto negativo, poder-se-ia exemplificar o declínio de uma espécie nativa que tenha usado a planta invasora como habitat.

Controle biológico seguro requer mais do que simplesmente coletar agentes de um habitat, multiplicá-los e colocá-los em um novo habitat esperando que algo positivo aconteça. Isto deve ser complementado com o conhecimento da biodiversidade na área, anteriormente à liberação do agente, e monitoramento, detalhado e de longo prazo, pós-liberação.

A participação da especificidade de hospedeiro e de outras estratégias para avaliar o risco tem sido extensivamente relatada na literatura pertinente ao controle biológico de plantas invasoras (LOUDA et al., 2003; SHEPPARD et al., 2003).

O teste de especificidade de hospedeiro começa com a seleção de plantas a serem testadas e esta seleção é única para cada espécie de planta e para cada país. Nas primeiras décadas de utilização do controle biológico de plantas invasoras, os efeitos a plantas não-alvo concentraram-se em possíveis impactos em plantas cultivadas com interesse econômico e, somente a partir da década de 70, o foco passou às plantas nativas. O método centrífugo filogenético tradicional, baseado em hierarquias taxonômicas oriundas da similaridade morfológica (WAPSHERE, 1974) vem sendo substituído devido aos avanços relacionados ao conhecimento das relações filogenéticas entre plantas e ao comportamento e evolução na escolha do hospedeiro por parte do agente de biocontrole (KELCH e McCLAY, 2004).

Briese (1996, 2003 e 2005) explicou, em detalhes, o significado dos avanços recentes em filogenia de planta e como estes podem levar à melhoria na listagem das plantas-teste. Este método selecionaria plantas primariamente com base em suas relações filogenéticas com a planta invasora alvo, mas contemplando aspectos biogeográficos e ecológicos para garantir que as plantas a serem testadas incluíssem espécies com maior risco associado. Procedimentos atuais de seleção incluem espécies que ocorrem no mesmo habitat da espécie alvo, espécies com química similar e espécies infectadas por parentes próximos dos agentes potenciais de biocontrole, bem como espécies raras ou em perigo de extinção (BRIESE, 2004).

A especificidade estrita não é um atributo sempre requerido para patógenos endêmicos (LEONARD, 1982). Agentes podem ser liberados mesmo se efeitos à não-alvo são previstos pela avaliação da especificidade de hospedeiro, mas somente se o benefício do controle sobrepõe, em muito, o custo potencial a espécies não-alvo (LONSDALE et al., 2001). Especificidade de hospedeiro e segurança são sinônimos para liberações de inimigos naturais exóticos pela estratégia clássica, mas não em relação aos bioherbicidas. Na estratégia do bioherbicida, patógenos já são nativos nas áreas em que se pretende a

utilização e, desta forma, os riscos de efeitos à flora local são menores.

Em geral, os fitopatologistas têm uma reação fortemente negativa ao conceito de desenvolvimento de bioherbicidas com patógenos que não sejam estritamente específicos ao hospedeiro e tal requerimento esteve implícito nas discussões iniciais da estratégia bioherbicida (TeBEEST, 1991; TEMPLETON, 1982). Trabalhos de Miller et al. (1989a, 1989b) e Sands et al. (1990, 1993) mudaram esta convenção pelo desenvolvimento de mutantes auxotróficos e não produtores de escleródios de *Sclerotinia sclerotiorum*. Estes trabalhos desencadearam a discussão a respeito dos riscos associados com o uso de patógenos com ampla gama de hospedeiros como bioherbicidas, à exemplo de *Sclerotinia* spp. e *Rhizoctonia* sp., sendo consenso de que podem ser seguramente utilizados se aspectos como curta persistência ou dispersão limitada existirem (HALLETT, 2005).

Determinação do sucesso dos agentes de biocontrole de plantas invasoras

Idealmente, os impactos causados pela planta alvo na região de introdução devem ser conhecidos e quantificados antes da liberação de agentes de biocontrole e as reduções potenciais destes efeitos negativos no ecossistema devem ser quantificadas. Por tradição, os programas de controle biológico carecem de um procedimento de quantificação mais abrangente (JULIEN e GRIFFITHS, 1998) e, de modo geral, o sucesso é considerado alcançado quando a população da planta alvo é significativamente reduzida e nenhum método de controle adicional é requerido. Blossey (2007), entretanto, apontou o que seriam conseqüências desejáveis, pós-liberação de agentes de biocontrole, relacionado-as ao pleno estabelecimento e crescimento populacional dos patógenos, aos impactos em plantas individuais e na população da planta-alvo, aos custos

reduzidos dispensados com outras medidas de controle e à redução ou eliminação dos impactos negativos ocasionados pela planta invasora alvo.

Ainda que existam diferentes meios para avaliar o sucesso do controle biológico de uma planta invasora (McFADYEN, 2000), usualmente empregam-se critérios ecológicos, difíceis de quantificar, ou descrições dos benefícios sociológicos ou benefícios ambientais (JULIEN e WHITE, 1997). Outro procedimento comumente usado na avaliação de programas de controle biológico é o cálculo da relação custo-benefício. Este cálculo tem o benefício adicional de expressar os custos do controle em termos da eficácia e, por conseguinte, das perdas econômicas potenciais que serão evitadas (HEADLEY, 1985). O sucesso alcançado com o controle biológico clássico, contudo, nem sempre pode ser expresso por meio desta relação, frequentemente devido à falta de informações relacionadas (ANDRES, 1977), muitas vezes atribuída à dificuldade de valorar benefícios e perdas intangíveis.

Oportunidades para o controle biológico de plantas invasoras exóticas na região Sul do Brasil

A problemática das espécies de plantas invasoras exóticas pode ser dividida em duas categorias: espécies que invadiram ecossistemas naturais e plantas invasoras de importância na agricultura. As plantas invasoras exóticas estão em vários estágios de invasão, desde aquelas que se tornaram invasivas recentemente, e para as quais o controle biológico não é indicado, até aquelas que estão presentes por longo período e tornaram-se naturalizadas. No Brasil, há pouco reconhecimento das invasões atuais, muitas das quais ocorreram há séculos e as espécies estão naturalizadas e consideradas parte da flora natural, embora, na realidade, elas deslocaram as espécies

endêmicas (ELLISON e BARRETO, 2004).

Ao tratar de aspectos relacionados ao potencial para o desenvolvimento de programas de controle biológico de plantas invasoras exóticas na região Sul do Brasil, nossa perspectiva, muito mais do que apresentar uma revisão exaustiva das possibilidades, centrada tanto nos patógenos quanto nas estratégias, consiste em fornecer um número limitado de exemplos apropriados.

Plantas invasoras de culturas agronômicas

Espécies como tiririca (*Cyperus rotundus* L.) e grama-seda (*Cynodon dactylon* L. Pers.), originárias da Índia e da África Tropical/Eurásia (LORENZI, 2000), respectivamente, são relatadas como agressivas e competitivas em áreas de agricultura convencional e não convencional, notoriamente na fruticultura e horticultura.

Ao considerar os sistemas produtivos de base ecológica, a presença dessas espécies dificulta o uso e o manejo do solo pelos agricultores, o que tem incentivado o uso de técnicas alternativas para controle. Inúmeros são os métodos de controle destas espécies. Porém, a composição da vegetação de uma área está diretamente relacionada à pressão de seleção aplicada e, assim, o uso de métodos que favoreçam a diversidade, evitando a seleção de espécies, é desejável. Este fato, aliado à importância de se adotar métodos com os quais se obtenha o mínimo distúrbio do solo, faz do controle biológico uma alternativa possível. Há de se considerar, ainda, que a transformação das bases ecológicas da produção tende a ser gradual e, na transição interna ao sistema produtivo agropecuário, Gliessman (2000) sintetizou como um passo fundamental, tanto a redução e racionalização do uso de insumos químicos, quanto a substituição destes por outros de origem biológica. Neste contexto, os bioherbicidas poderiam assumir um importante papel no manejo destas plantas

invasoras em sistemas produtivos de transição.

Um número considerável de organismos se alimenta da tiririca. Mais de cem espécies de insetos foram encontradas associadas às tiriricas roxa e amarela (Phatak et al., 1987), porém apenas um pequeno número deles causa danos significativos. Mais recentemente, a micoflora patogênica foi avaliada para o desenvolvimento de bioherbicidas. *Puccinia canaliculata* foi avaliada como bioherbicida para o controle de tiririca amarela. Os resultados mostraram inibição de floração, redução na formação de tubérculos, desidratação e morte de plantas (PHATAK et al., 1983). No Brasil, Barreto e Evans (1995) encontraram cinco espécies de fungos associados à tiririca roxa no Estado do Rio de Janeiro. Destes, *Dactylaria higginsii*, *P. canaliculata* e *Duosporium cyperi* apresentaram possibilidades para o controle biológico. Teixeira et al. (1993) identificaram alguns fungos patogênicos à tiririca roxa com potencial para uso em programas de liberação inundativa e destes, *Cercospora caricis* foi o mais promissor (Figueiredo et al., 1993). Outros trabalhos com este patossistema foram relatados por Ribeiro et al. (1997); Borges Neto et al. (1997); Borges Neto et al. (1998); Teixeira et al. (1999); Mello et al. (2001); Teixeira et al. (2001); Mello et al. (2004).

Diferentemente, o controle biológico de grama-seda tem sido menos pesquisado. O biocontrole por meio de patógenos inclui, contudo, a utilização de *Ustilago cynodontis* (GARCIA-GUZMAN e BURDON, 1997).

Plantas semelhantes e de difícil controle nos sistemas produtivos de arroz do Rio Grande do Sul, como *Echinochloa* spp. (L.) Beauv., cuja origem é atribuída à Eurásia por Lorenzi (2000), apresentam considerável potencial para o biocontrole e, de fato, fitopatógenos específicos e com boa atividade já foram detectados (YANG et al., 2000; ZHANG e WATSON, 1997). Adicionalmente, há relatos do desenvolvimento de resistência de *E. crus-galli* e *E. crus-pavonis* a herbicidas (WEEDSCIENCE, 2008) no Brasil, justificando sua integração com bioherbicidas.

Muito se tem investigado em relação às interações entre bioherbicidas e herbicidas químicos, com vista a integração dos métodos para melhorar o manejo dentro de comunidades de plantas invasoras e, em vários casos, interações positivas entre bioherbicidas e herbicidas químicos foram detectadas (LÉGER et al., 2001; WYMORE et al., 1987). Ainda que o herbicida químico predisponha a planta à infecção por fitopatógenos (SHARON et al., 1992), os efeitos diretos dos herbicidas químicos e adjuvantes das formulações são freqüentemente negativos o que impede a mistura de tanque (BOYETTE et al., 1996; GREAVES et al., 1998).

Plantas invasoras de áreas naturais

Gramíneas africanas exóticas disseminaram-se a partir de pastagens cultivadas para áreas naturais de forma alarmante, constituindo-se em limitante para a diversidade biológica dos trópicos, subtropicos e regiões temperadas das Américas (WILLIAMS e BARUCH, 2000). Este parece ser o caso do capim-annoni-2 (*Eragrostis plana* Nees) cuja introdução se deu acidentalmente no Rio Grande do Sul na década de 50, devido à contaminação de remessas de sementes de outras espécies forrageiras importadas do continente africano (ARAÚJO, 1971; COELHO, 1983). Graças aos atributos biológicos da espécie, tornou-se a invasora de pastagens mais agressiva já surgida no Rio Grande do Sul (COELHO, 1986; COELHO, 1993; COUTO et al., 1993; REIS e COELHO, 2000; FERREIRA et al., 2006), com sério comprometimento da biodiversidade do Bioma Pampa. As iniciativas de pesquisa com vista ao controle, realizadas até o momento (COELHO, 1993; GUTERRES, 1993; REIS e COELHO, 2000) no Rio Grande do Sul, não são compatíveis com uma proposta de produção e conservação das pastagens naturais uma vez que contemplam o manejo em áreas convertidas para a agricultura e, mesmo nestas situações, o residual de sementes é suficiente para promover a reinfestação destas áreas (COELHO e REIS, 1990; REIS e COELHO, 2000). Este protocolo de controle não é considerado adequado para utilização em

terras públicas, florestas e áreas de conservação, bem como para áreas de campos rasos, impróprios para a agricultura onde, muito provavelmente, o processo de invasão representa a maior ameaça. Diferentemente, a estratégia clássica de controle assume importância para a solução de problemas de invasão em larga escala, podendo vir a compatibilizar o efetivo controle do capim-annoni-2 com a conservação da biodiversidade ameaçada pela invasão.

Ao contrário de artrópodes que tendem a ser não específicos a espécies particulares de gramíneas (EVANS, 1991), muitos patógenos têm uma gama de hospedeiro altamente restrita, infectando uma única espécie de gramínea ou mesmo um biótipo, justificando a focalização destes agentes como mais apropriados a serem investigados para o controle biológico clássico desta gramínea.

O desenvolvimento de bioherbicidas para cultivos em áreas extensas é ilusório, porém, plantas invasoras de ecossistemas naturais ou de pouco manejo, como terras públicas, florestas e áreas de conservação invadidas pelo capim-annoni-2, podem também ser alvos atrativos aos bioherbicidas à medida que estes são percebidos como mais compatíveis do que os herbicidas químicos em áreas sensíveis.

Outra espécie de origem africana, *Senecio madagascariensis* Poir., foi identificada pela primeira vez no Rio Grande do Sul durante estudo do complexo "Senecionóide" (MATZENBACHER, 1998). A espécie evidencia um grande poder de dispersão e foi apontada recentemente por Matzenbacher e Schneider (2008) como sendo, num futuro próximo, uma respeitável e inconveniente planta competidora dos sistemas produtivos e da flora campestre nativa. A floração constante ao longo de todo o ano e a alta produção de sementes, além da presença de alcalóides pirrolizidínicos tóxicos (senecionina) ao gado e, inclusive, ao homem, tornam esta espécie oportunista e capaz de invadir um grande número de habitats. A dificuldade ou ineficiência de outros métodos de controle, notoriamente o

químico e o mecânico (INSTITUTO HÓRUS, 2008), sinalizam a potencialidade para o controle biológico da espécie.

Conhecida por pau-incenso ou cafezinho, *Pittosporum undulatum* Vent. tem mostrado caráter invasor em algumas regiões do Brasil e em países como Jamaica, Portugal e até mesmo em florestas australianas de eucalipto, sua região de origem (GOODLAND e HAELEY, 1997). No Rio Grande do Sul, esta espécie tem invadido Áreas de Preservação Permanente da encosta da Serra do Sudeste onde Karam et al. (2007) demonstraram que seu crescimento populacional é fator limitante ao ciclo de sucessão. Considerando seu crescimento rápido, sua forte competitividade por polinizadores, seu comprovado potencial alelopático e elevada produção de propágulos em conjunto com eficiente dispersão por pássaros (GOODLAND e HEALEY, 1997), esta espécie parece ser alvo de possíveis ações de controle, notoriamente o controle biológico clássico.

Programas de controle biológico clássico de plantas invasoras exóticas são ainda inexistentes no Brasil, ainda que haja a participação de pesquisadores brasileiros, atuantes na área, na contra-mão desse processo, subsidiando programas de cooperação internacional, com foco em plantas nativas que se tornaram infestantes em outras regiões do mundo.

Considerações finais

O desenvolvimento e aplicação do controle biológico de plantas invasoras oferece grandes oportunidades não só aos produtores e conservacionistas, mas também ao público em geral que demanda por alimentos seguros e um ambiente preservado. Apesar das óbvias oportunidades para o controle biológico de plantas invasoras no Sul do Brasil, especialmente as espécies invasivas exóticas, agentes de biocontrole ainda não estão disponíveis para uso.

Agentes potenciais apresentam características que os tornam particularmente adequados para o controle biológico, mas também apresentam pontos fracos como especificidade de hospedeiro muito estreita ou muito ampla, falta de virulência ou sensibilidade a condições desfavoráveis do ambiente. O desenvolvimento de conhecimento específico a respeito das interações dos agentes potenciais de controle/planta invasora, bem como saberes para incrementar o efeito destes agentes de biocontrole devem ter a mais alta prioridade nos programas de pesquisa a fim de que haja o desenvolvimento de soluções práticas de controle capazes de integrar o controle biológico de plantas invasoras no manejo dos ecossistemas ameaçados, com garantia da preservação da biodiversidade.

Referências

- ABBAS, H. K.; BOYETTE, C. D.; HOAGLAND, R. E. Phytotoxicity of *Fusarium*, other fungal isolates, and of the phytotoxins fumonisin, fusaric acid and moniliformin to jimsonweed. **Phytoprotection**, Quebec, v. 76, n.1, p. 17-25, 1995.
- ABBAS, H. K.; DUKE, S. O. Phytotoxins from plant pathogens as potential herbicides. **Journal of Toxicology: Toxin Reviews**, New York, v. 14, p. 523-543, 1995.
- AMSELLEM, Z.; COHEN, B. A.; GRESSEL, J. Engineering hypervirulence in a mycoherbicidal fungus for efficient weed control. **Nature Biotechnology**, New York, v. 20, p. 1035-1039, 2002.
- ANDRES, L. A. The economics of the biological control of weeds. **Aquatic Botany**, Amsterdam, v. 3, p. 111-123, 1977.
- ARAÚJO, A. Á. de. **Principais gramíneas do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Sulina, 1971, 257 p.
- AULD, B. A. Economic aspects of biological weed control with

plant pathogens. In: TeBEEST, D. O. (Ed.). **Microbial control of weeds**. New York: Chapman & Hall, 1991. p. 262-273.

BAIN, M. B. Assessing impacts of introduced aquatic species: grass carp in large systems. **Environmental Management**, New York, v. 17, p. 211-224, 1993.

BARBOSA, P. **Conservation Biological Control**. New York: Academic Press, 1998. 396 p.

BARRETO, R. W.; EVANS, H. Mycobiota of the weed *Cyperus rotundus* in the state of Rio de Janeiro, with an elucidation of its associated *Puccinia* complex. **Mycological Research**, Cambridge, v. 99, p. 407-419, 1995.

BENGTSSON, J.; AHNSTRÖM, J.; WEIBULL, A. The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. **Journal of Applied Ecology**, n. 42, p. 261-269, 2005. Disponível em: <<http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/fulltext/118735203/PDFSTART>>. Acesso em: 19 fev. 2009.

BEWICK, T. A.; PORTER, J. C.; OSTROWSKI, R. C. Field trial results with smolder: a bioherbicide for dodder control. **Proceedings of the Northeastern Weed Science Society**, v. 54, p. 66, 2000.

BLOSSEY, B. Biological control of weeds using arthropods. In: UPADHYAYA, M. K.; BLACKSHAW, R. E. **Non-chemical weed management**. Wallingford: CAB International, 2007. p. 77-91.

BORGES NETO, C. R.; MELLO, S. C. M.; RIBEIRO, Z. M.; FONTES, E. M. G. **Efeito de adjuvantes no crescimento e infectividade do fungo *Cercospora caricis*, agente de biocontrole da tiririca**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1997. 4 p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Pesquisa em Andamento, 8).

BORGES NETO, C. R.; SILVEIRA, E. B. DA; MELLO, S. C. M.;

- FONTES, E. M. G. Scanning electron microscopy of the infection process of *Cercospora caricis* on purple nutsedge. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 23, p. 169-172, 1998.
- BOWERS, R. C. Commercialization of collego – an industrialist's view. **Weed Science**, Ithaca, v. 34, suppl. 1, p. 24-25, 1986.
- BOYETCHKO, S. M. Innovative application of microbial agents for biological weed control. In: MUKERJI, K. G.; CHAMOLA, B. P.; UPADHYAY, R. K. (Ed.). **Biotechnological approaches in biocontrol of plant pathogens**. New York: Plenum Publishers, 1999. p. 73-98.
- BOYETTE, C. D.; QUIMBY JR., P. C.; CAESAR, A. J.; BIRDSALL, J. L.; CONNICK JR., W. J.; DAIGLE, D. J.; JACKSON, M. A.; EGGLEY, G. H.; ABBAS, H. K. Adjuvants, formulations and spraying systems for improvement of mycoherbicides. **Weed Technology**, Champaign, v. 10, p. 637-644, 1996.
- BRIESE, D. T. Phylogeny: can it help us to understand host-choice by biological control agents? In: . INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON BIOLOGICAL CONTROL OF WEEDS, 9., 1996, Cape Town, South Africa, **Proceedings...** Cape Town: University of Cape Tow, 1996. p. 63-70.
- BRIESE, D. T. The centrifugal phylogenetic method used to select plants for host-specificity testing of weed biological control agents: can and should it be modernized? In: BIOLOGICAL CONTROL OF WEEDS SYMPOSIUM AND WORKSHOP, 2002, Perth. **Improving the Selection, Testing and Evaluation of Weed Biological Control Agents**. Proceedings... Adelaide: CRC for Austrália Weed Management: University of Adelaide, 2003. p. 23-33.
- BRIESE, D. T. The contribution of plant biology and ecology to the biological control of weeds. In: AUSTRALIAN WEED CONFERENCE, 10.; ASIAN PACIFIC WEED SCIENCE SOCIETY CONFERENCE, 14., 1993, Brisbane, Australia. **Proceedings...**

Brisbane: Weed Society of Queensland, 1993. v. 1, p. 10-18.

BRIESE, D. T. Weed biological control: applying the science to solve seemingly intractable problems. **Australian Journal of Entomology**, Canberra, n. 43, p. 304-317, 2004.

BRIESE, D. T. Translating host-specificity test results into the real world: the need to harmonise the yin and yang of current testing procedures. **Biological Control**, San Diego, v. 35, p. 208-214, 2005.

BRUCKART, W. L.; DOWLER, W. M. Evaluation of exotic rust fungi in the United States for classical biological control of weeds. **Weed Science**, Ithaca, v. 34 (Suppl. 1), p. 11-14, 1986.

BUTT, T. M.; COOPING, L.G. Fungal biological control agents. **Pesticide Outlook**, p. 186-191, 2000. Disponível em: <http://www.rsc.org/delivery/_ArticleLinking/DisplayArticleForFree.cfm?doi=b008009h&JournalCode=PO>. Acesso em: 19 fev. 2009.

CHARUDATTAN, R. Assessment of efficacy of mycoherbicide candidates. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON BIOLOGICAL CONTROL OF WEEDS, 7., 1989, Rome. **Proceedings...** Rome: Ministero dell Agricolturae delle Foreste, Melbourne: CSIRO, 1990. p. 455-464.

CHARUDATTAN, R. Biological control of weeds by means of plant pathogens: significance for integrated weed management in modern agro-ecology. **BioControl**, Dordrecht, v. 46, p. 229-260, 2001.

CHARUDATTAN, R. Current status of biological control of weeds. In: KENNEDY, G. G.; SUTTON, T. B. (Ed.). **Emerging Technologies for Integrated Pest Management: Concepts, Research and Implementation**. St. Paul: APS Press, 2000. p. 269-288.

CHARUDATTAN, R. Inundative control of weeds with indigenous fungal pathogens. In: BURGE, M. N. (Ed.). **Fungi in biological control systems**. Manchester: Manchester University Press, 1988. p. 86-110.

CHARUDATTAN, R. Regulation of microbial weed control agents. In: CHARUDATTAN, R.; WALKER, H. L. (Ed.). **Biological control of weeds with plant pathogens**. New York: J. Wiley & Sons, 1982. p. 175-188.

CHARUDATTAN, R. The mycoherbicide approach with plant pathogens. In: TeBEEST, D. O. (Ed.). **Microbial Control of Weeds**. New York: Chapman e Hall, 1991. p. 24-57.

CHARUDATTAN, R.; WALKER, H. L.; BOYETTE, C. D.; RIDINGS, W. H.; TeBEEST, D. O.; VAN DYKE, C. G.; WORSHAM, A. D. Evaluation of *Alternaria cassiae* as a mycoherbicide for sicklepod (*Cassia obtusifolia*) in regional field tests. Auburn: Auburn University, 1986. 19 p. (Southern Cooperative Service Bulletin, 317).

CIOTOLA, M.; JABAJI-HARE, S.; LECLERC-POTVIN, C.; TAYLOR, G.; WATSON, A. K. Molecular characterization of *Fusarium oxysporum* strains attacking *Striga hermonthica* in Africa. In: INTERNATIONAL PARASITIC WEED SYMPOSIUM, 7, 2001, Nantes. **Proceedings...** Nantes: Université de Nantes, 2001. 312 p.

COELHO, R. W. Capim Annoni-2, uma invasora a ser controlada: Informações disponíveis. In: JORNADA TÉCNICA DE BOVINOCULTURA DE CORTE, 2., 1983, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: EMATER-RS; Bagé: EMBRAPA-CPPSUL, IPZFO, 1983. p. 51-70.

COELHO, R. W. Substâncias fitotóxicas presentes no capimannoni-2. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 21, n. 3, p. 255-263, mar. 1986.

COELHO, R. W. Diagnóstico do problema e retrospectiva da pesquisa realizada com capimannoni-2 no CNPO e CPATB. In: REUNIÃO REGIONAL DE AVALIAÇÃO DE PESQUISA COM ANNONI-2, 1992, Bagé. **Anais...** Bagé: EMBRAPA-CPPSUL, 1993. p. 53-69. (EMBRAPA-CPPSUL. Documentos, 7).

COELHO, R. W.; REIS, J. C. L. Efeito da rotação soja/aveia preta no controle de capimannoni-2. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27., 1990, Campinas. **Anais...** Campinas: SBZ. 1990. p. 552.

COUSENS, R.; CROFT, A. M. Weed populations and pathogens. **Weed Research**, Oxford, v. 40, p. 63-82, 2000.

COUTO, A. C. A. do; REIS, J. C. L.; COELHO, R. W.; RODRIGUES, R. C. **Intervalos de corte na produção, persistência e qualidade de duas espécies de *Brachiaria* visando controlar a reinvasão por *Eragrostis plana*.** Pelotas: EMBRAPA-CPACT, 1993. 7 p. (EMBRAPA-CPACT. Pesquisa em andamento, 2).

CRONK, Q. C. B.; FULLER, J. L. **Plant invaders: the threat natural ecosystems.** London: Chapman & Hall, 1995. 241 p.

DAUSCH, A. L.; WATSON, A. K.; JABAJI-HARE, S. H. Detection of the biocontrol agent *Colletotrichum cocodes* (183088) from the target weed velvetleaf and from soil by strain-specific PCR makers. **Journal of Microbiology Methods**, v. 55, p. 51-64, 2003. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6T30-48M7W0D-1&user=5889052&rdoc=1&fmt=&orig=search&sort=d&view=c&acct=COOOO12878&version=1&urlVersion=0&userid=5889052&md5=5cdb96974f700882afc6ee20acd5baf5>. Acesso em: 19 fev. 2009

DUKE, S. O. Naturally occurring chemical compounds as herbicides. **Reviews of Weed Science**, Champaign, v. 2, p. 15-44, 1986.

DUKE, S. O.; BAERSON, S. R.; DAYAN, F. E.; KAGAN, I. A.; MIGUEL, A.; SCHEFFLER, B. Biocontrol of weeds with the biocontrol agents. In: VURRO, M.; GRESSEL, J.; BUTT, T.; HARMAN, G.; LEGER, R. St.; NUSS, D.; PILGERAM, A. (Ed.).

Enhancing biocontrol agents and handling risks.

Amsterdam: IOS Press, 2001. p. 96-104.

DUMAS, M. T.; WOOD, J. E.; MITCHELL, E. G.; BOYONOSKI, N. W. Control of stump sprouting of *Populus tremuloides* and *P. grandidentata* by inoculation with *Chondrostereum purpureum*.

Biological Control, San Diego, v. 10, p. 37-41, 1997.

ELLISON, C. A.; BARRETO, R. W. Prospects for the management of invasive alien weeds using co-evolved fungal pathogens: a Latin American perspective. **Biological Invasions**, v. 6, p. 23-45, 2004. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/w10106.dotlib.com.br/content/h42v62333j75757u/fulltext.pdf>>.

Acesso em: 19 fev. 2009.

EVANS, H. C. Biological control of tropical grassy weeds. In: BAKER, F. W. G.; TERRY, P. J. (Ed.). **Tropical grassy weeds**. Wallingford: CAB International, 1991. p. 52-72.

EVANS, H. C. Evaluating plant pathogens for biological control of weeds: an alternative view of pest risk assessment.

Australasian Plant Pathology, Queensland, v. 29, p. 1-14, 2000.

EVANS, H. C. Plant pathogens for biological control of weeds.

In: WALKER, J. M.; LENNÉ, J. M.; WALLER, S. J. (Ed.). **Plant pathologist's pocketbook**, 3. ed. Wallingford: CAB International, 2002. p. 366-378.

FAO. International standard for phytosanitary measures.

Rome: Secretariat of the International Plant Protection Convention, 1996. 21 p.

FIGUEIREDO, G. de; FONTES, E. G.; PAIS, J. S. O.; LOBÃO, A.; ANDRADE, R. M. A. Avaliação preliminar do potencial de *Cercospora* sp. como agente de controle biológico da tiririca roxa (*Cyperus rotundus*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 19., 1993, Londrina.

Resumo dos trabalhos técnico-científicos. Londrina: SBHED, 1993. p. 18.

FERREIRA, N. R.; MEDEIROS, R. B.; CARLLOTO, S. B.; FREITAS, M. R. Padrão de banco de sementes em função de atributos de solo em borda viária dominada por capimannoni-2. In: REUNIÃO DO GRUPO TÉCNICO EM FORRAGEIRAS DO CONESUL – ZONA CAMPOS, 22., 2006, Pelotas. **Anais...** Pelotas: EMBRAPA – CPACT, 2006. 1 CD-ROM.

FRANTZEN, J.; HATCHER, P. E. A fresh view on the control of the annual plant *Senecio vulgaris*. **Integrated Pest Management Reviews**, Dordrecht, v. 2, p. 77-85, 1997.

FRANTZEN, J.; MÜLLER-SCHÄRER, H.. A theory relating focal epidemics to crop-weed interactions. **Phytopathology**, St. Paul, v. 8, p. 180-184, 1998.

FRANTZEN, J.; PAUL, N. D.; MÜLLER-SCHÄRER, H. The system management approach of biological weed control: some theoretical considerations and aspects of application. **BioControl**, Dordrecht, v. 46, p. 139-155, 2001.

GARCIA-GUZMAN, G.; BURDON, J. J. Impact of the flower smut *Ustilago cynodontis* (Ustilaginaceae) on the performance of the clonal grass *Cynodon dactylon* (Gramineae). **American Journal of Botany**, Bronx, v. 84, p. 1565, 1997.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia**: processos ecológicos em agricultura sustentável. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2000. 654 p.

GOODLAND, T.; HEALEY, J. R. **The control of australian tree *Pittosporum undulatum* in the blue mountains of Jamaica.** Bangor: University of Wales, 1997. 26 p.

GREAVES, M. P.; BAILEY, J. A.; HARGREAVES, J. A. Mycoherbicides: opportunities for genetic manipulation. **Pesticide Science**, Oxford, v. 26, p. 93-101, 1989.

GREAVES, M. P.; HOLLOWAY, P. J.; AULD, B. A. Formulation of microbial herbicides. In: BURGESS, H. D. (Ed.). **Formulation of microbial pesticides.** Dordrecht: Kluwer Academic, 1998. p. 203-233.

GRESSEL, J. **Molecular Biology of Weed Control.** London: Taylor & Francis, 2002. 520 p.

GRESSEL, J.; AMSELLEM, Z.; WARSHAWSKY, A.; KAMPEL, V.; MICHAELIS, D. Biocontrol of weeds: overcoming evolution for efficacy. **Journal of Environmental Science and Health.** Part B. Pesticides, food contaminants and agricultural, New York, v. 31, p. 399-405, 1996.

GRIME, J. P. Benefits of plant diversity to ecosystems: immediate, filter and founder effects. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 86, p. 902-910, 1998.

GRONWALD, J. W.; PLAISANDE, K. L.; IDE, D. A.; WYSE, D.L. Assessment of *Pseudomonas syringae* pv. *tagetis* as a biocontrol agent for Canada thistle. **Weed Science**, Ithaca, v. 50, p. 397-404, 2002.

GUTERRES, E. P. Considerações sobre o estabelecimento de forrageiras em áreas inçadas com capimannoni-2 (*Eragrostis plana* Nees) na Estação Experimental Zootécnica de Tupanciretã. In: REUNIÃO REGIONAL DE AVALIAÇÃO DE PESQUISA COM ANNONI 2., 1991, Bagé. **Anais...** Bagé: EMBRAPA-CPPSUL, 1993. p. 25-39. (Embrapa – CPPSUL. Documentos, 7).

- HALLETT, S. G. Where are the bioherbicides? **Weed Science**, Ithaca, v. 53, p. 404-415, 2005.
- HARPER, J. L. Pests, pathogens and plant communities: an introduction. In: BURDON, J. J. ; LEATHER, S. R. (Ed.). **Pests, pathogens and plant communities**. Oxford: Blackwell, 1990. p. 3-14.
- HASAN, S.; AYRES, P. G. The control of weeds through fungi: principles and prospects. **New Phytologist**, Oxford, v. 115, p. 201-222, 1990.
- HEADLEY, J. C. Cost-benefit analysis: defining research needs. In: HOY, H. A.; HERTZOG, D. C. (Ed.). **Biological control in agricultural IPM systems**. New York: Academic Press, 1985. p. 53-63.
- HOAGLAND, R. E. Microbial allelochemicals and pathogens as bioherbicidal agents. **Weed Technology**, Champaign, v. 15, p. 206-213, 2001.
- HOLE, D. G.; PERKINS, A. J.; WILSON, J. D.; ALEXANDER, I. H.; GRICE, F.; EVANS, A. D. Does organic farming benefit biodiversity? **Biological Conservation**, Essex, n. 122, p. 113-139, 2005.
- HOLST, P. J.; ALLAN, C. J.; CAMPBELL, M. H.; GILMOUR, A. R. Grazing pasture weeds by goats and sheep. 2. Scotch broom (*Cytisus scoparius* L.). **Australian Journal of Experimental Agriculture**, East Melbourne, v. 44, p. 553-557, 2004.
- IMAIZUMI, S.; NISHINO, T.; MIYABE, K.; FUJIMORI, T.; YAMADA, M. Biological control of annual bluegrass (*Poa annua* L.) with a Japanese isolate of *Xanthomonas campestris* pv. *poae* (JT-P482). **Biological Control**, San Diego, v. 8, p. 7-14, 1997.
- INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ. **Lista oficial de espécies exóticas invasoras para o Estado do Paraná**.

Portaria IAP n° 095, de 22 de maio de 2007. Reconhece a Lista de espécies exóticas invasoras para o Estado do Paraná.

INSTITUTO Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental. **Espécies exóticas invasoras**: fichas técnicas. Disponível em: <www.institutohorus.org.br>. Acesso em: 11 mar. 2008.

JULIEN, M. H.; GRIFFITHS, M. W. **Biological control of weeds: a world catalogue of agents and their target weeds**. 4.ed. Wallingford: CAB International, 1998. 223 p.

JULIEN, M. H.; WHITE, G. **Biological control of weeds: theory and practical application**. Canberra: Australian Centre for International Agricultural Research, 1997. 192 p. (ACIAR Monograph, 49).

KARAM, L. de M.; CARDOSO, J. H.; SCHIAVON, G. de A.; MEDEIROS, A. R. M. de. Caracterização fitossociológica do impacto de *Pittosporum undulatum* Vent. em três fragmentos de floresta estacional semidecidual (FESD) na encosta da Serra do Sudeste, Pelotas, RS. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8., 2007, Caxambu. **Ecologia no tempo de mudanças globais: programas e anais**. Caxambu: SEB, 2007. 2 p. 1 CD-ROM.

KELCH, D. G.; McCLAY, A. Putting phylogeny into the central phylogenetic method. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON BIOLOGICAL CONTROL OF WEEDS, 11., 2003, Canberra. **Proceedings...** Canberra: CSIRO Entomology, 2004. p. 287-291.

KENNEDY, A. C. Deleterious rhizobacteria and weed biocontrol. In: ANDOW, D. A.; RAGSDALE, D. W.; NYVALL, R. F. (Ed.). **Ecological interactions and biological control**. Boulder: Westview, 1997. p. 164-177.

KLOEPPER, J. W.; SCHROTH, M. N. Plant growth promoting rhizobacteria on radishes. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PLANT PATHOGENIC BACTERIAL, 4., 1978, Angus.

Proceedings... Angers: INRA, 1978. p. 879-882.

KREMER, R. J. Management of weed seed banks with microorganisms. **Ecological Applications**, Tempe, v. 3, p. 42-52, 1993.

KREMER, R. J.; KENNEDY, A. C. Rhizobacteria as biocontrol agents of weeds. **Weed Technology**, Champaign, v. 10, p. 601-609, 1996.

LANDIS, D. A.; WRATTEN, S. D.; GURR, G. M. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 45, p. 175-201, 2000.

LÉGER, C.; HALLETT, S. G.; WATSON, A. K. Performance of *Colletotrichum dematium* for the control of fireweed (*Epilobium angustifolium*) improved with formulation. **Weed Technology**, Champaign, v. 15, p. 437-446, 2001.

LEONARD, K. J. The benefits and potential hazards of genetic heterogeneity in plant pathogens. In: CHARUDATTAN, R.; WALKER, H. L. (Ed.). **Biological control of weeds with plant pathogens**. New York: J. Wiley & Sons, 1982. p. 99-112.

LI, J.; KREMER, R. J. Rhizobacteria associated with weed seedlings in different cropping systems. **Weed Science**, Ithaca, v. 48, p. 734-741, 2000.

LONSDALE, W. M.; BRIESE, D. T.; CULLEN, J. M. Risk analysis and weed biological control. In: WAJNBERG, E.; SCOTT, J. K.; QUIMBY, P. C. (Ed.). **Evaluating indirect ecological effects of biological control**. Wallingford: CAB International, 2001. p. 185-210.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil**: terrestre, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais, 3. ed. Nova Odessa: Plantarum, 2000. 608 p.

LOUDA, S. M.; PEMBERTON, R. W.; JOHSON, M. T.; FOLLETT, P. A. Nontarget effects – the Achilles’ heel of biological control? Retrospective analysis to reduce risk associated with biocontrol introductions. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 48, p. 65-396, 2003.

MACK, R. N.; SIMBERLOFF, D.; LONSDALE, W. M.; EVANS, H.; CLOUT, M.; BAZZAZ, F. A. Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences and control. **Ecological Applications**, Tempe, v. 10, p. 689-710, 2000.

MATZENBACHER, N. I. **O complexo “senecionóide” (asteraceae – senecioneae) no Rio Grande do Sul, Brasil**. 1998. 274 p. Tese (Doutorado em Botânica) – Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

MATZENBACHER, N. I.; SCHNEIDER, A. A. Nota sobre a presença de uma espécie adventícia de *Senecio* (Asteraceae) no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 6, p. 111-115, 2008. Disponível em: <<http://www6.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/917/584>>. Acesso em: 22 fev. 2009.

McCONNACHIE, A. J.; WIT, M. P. de; HILL, M. P.; BYRNE, M. J. Economic evaluation of the successful biological control of *Azolla filiculoides* in South Africa. **Biological Control**, San Diego, v. 28, p. 25-32, 2003.

McFADYEN, R. E. C. Biological control of weeds. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 43, p. 369-393, 1998.

McFADYEN, R. E. C. Success in biological control of weeds. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON BIOLOGICAL CONTROL OF WEEDS, 10., 1999, Bozeman. **Proceedings...** Bozeman: Montana State University, 2000. p. 3-14.

McWHORTER, C. G.; CHANDLER, J. M. Conventional weed control technology. In: CHARUDATTAN, R.; WALKER, H. L. (Ed.).

Biological Control of Weeds with Plant Pathogens. New York: J. Wiley & Sons, 1982. p. 5-27.

MELLO, S. C.; ÁVILA, Z. R. de; BORGES NETO, C. R.
Desenvolvimento de metodologia para cultivo do fungo *Cercospora caricis*, agente de biocontrole de *Cyperus rotundus*. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2004. 27 p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 66).

MELLO, S. C. M.; BORGES NETO, C. R.; TEIXEIRA, E. A.
Variabilidade patogênica e morfológica de isolados de *Cercospora caricis* obtidos de tiririca roxa e de tiririca amarela. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2001. 18 p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 6).

MENARIA, B. L. Bioherbicides: An eco-friendly approach to weed management. **Current Science**, v. 92, p. 10-11, 2007. Disponível em: <<http://www.ias.ac.in/currsci/jan102007/10.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2009.

MITCHELL, C. E.; POWER, A. G. Release of plants from fungal and viral pathogens. **Nature**, London, v. 421, 2003. p. 625-627.

MORRIS, M. J.; WOOD, A. R.; den BREEYEN, A. Plant pathogens and biological control of weeds in South Africa: a review of projects and progress during the last decade. In: OLCKERS, T.; HILL, M. P. (Ed.). **African entomological memoir.** Hatfield: Entomological Society of South Africa, 1999. p. 129-137.

MORTENSEN, K. Biological control of weeds using microorganisms. In: BOLAND, G. J.; KUYKENDAL, L. D. (Ed.). **Plant microbe interaction and biological control.** New York: Marcel Dkker, 1998. p. 223-248.

MORTENSEN, K.; MAKOWSKI, R. M. D. Effects of *Colletotrichum gloeosporioides* f. sp. *malvae* on plant development and biomass of non-target crops under field

conditions. **Weed Research**, Oxford, v. 37, p. 51-360, 1997.

MÜLLER-SCHÄRER, H.; FRANTZEN, J. An emerging system management approach for biological weed control in crops: *Senecio vulgaris* as a research model. **Weed Research**, Oxford, v. 36, p. 483-491, 1996.

PERRINGS, C.; WILLIAMSON, M.; BARBIER, E. B.; DELFINO, D.; DALMAZZONE, S.; SHOGREN, J.; SIMMONS, P.; WATKINSON, A. Biological invasion risks and the public good: an economic perspective. **Conservation Ecology**, v. 6, n. 1, 2002.
<Disponível em: <<http://www.consecol.org/vol6/iss1/art1/>>.
Acesso em: 18 fev. 2009.

PHATAK, S. C. Development and commercialization of rust (*Puccinia canaliculata*) of biological control of yellow nutsedge (*Cyperus esculentus* L.). In: INTERNATIONAL WEED CONTROL CONGRESS, 1., Melbourne, 1992. **Proceedings...** New South Wales: Weed Science Society of Vitoria, 1992. p. 388-391.

PHATAK, S. C.; CALLAWAY, M. B.; VAVRINA, C. S. Biological control and its integration in weed pest management systems for purple and yellow nutsedge (*Cyperus rotundus* and *C. esculentus*). **Weed Technology**, Champaign, v. 1, p. 84-89, 1987.

PHATAK, S. C.; SUMMER, D. R.; WELLS, H. D.; BELL, D. K.; GLAZE, N. C. Biological control of yellow nutsedge with the indigenous rust fungus *Puccinia canaliculata*. **Science**, Washington, v. 219, p. 1446-1447, 1983.

QUIMBY JR., P. C.; WALKER, H. L. Pathogens as mechanisms for integrated weed management. **Weed Science**, Ithaca, v. 30, p. 30-33, 1982.

REIS, J. C. L.; COELHO, R. W. Sucessão de culturas no controle de capimannoni-2. In: NASCIMENTO JÚNIOR, D.; TORRES, R. de A.; PEREIRA, J. C. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000. 1 CD-ROM.

RIBEIRO, Z. M. A.; MELLO, S. C. M.; FURLANELLO, E.; FIGUEIREDO, G. de; FONTES, E. M. G. Characteristics of *Cercospora caricis* a potential biocontrol agent of *Cyperus rotundus*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 22, p. 513-519, 1997.

RIDINGS, W. H. Biological control of stranglervine in citrus – a researcher's view. **Weed Science**, Ithaca, v. 34, suppl. 1, p. 31-32, 1986.

SANDS, D. C.; MILLER, R. V. Altering the host range of mycoherbicide by genetic manipulation. In: DUKE, S. O.; MENN, J. J.; PLIMMER, J. R. (Ed.). **Pest control with enhanced environmental safety**. Washington: American Chemical Society, 1990. p. 101-109.

SANDS, D. C.; PILGERAM, A. Enhancing the efficacy of biocontrol agents against weeds. In: VURRO, M.; GRESSEL, J.; BUTT, T.; HARMAN, G.; St. LERGER, R.; NUSS, D.; PILGERAM, A. (Ed.). **Enhancing biocontrol agents and handling risks**. Amsterdam: IOS, 2001. p. 3-13.

SHAMOUN, S. F.; HINTZ, W. E. Development and registration of *Chondrostereum purpureum* as a mycoherbicide for hardwood weeds in conifer reforestation sites and utility rights-of-way. In: INTERNATIONAL BIOHERBICIDE WORKSHOP, 4., Glasgow, 1998. **Programme and abstracts...** Glasgow: University of Strathclyde, 1998. p. 14.

SHARON, A.; AMSELLEM, Z.; GRESSEL, J. Glyphosate suppression of an elicited defense response. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 98, p. 654-659, 1992.

SHEPPARD, A. W. Prioritizing agents based on predicted efficacy: beyond the lottery approach. In: SPAFFORD-JACOB, H. S.; BRIESE, D. T. (Ed.). **Improving the selection, testing and evaluation of weed biological control agents**. Adelaide: CRC for Australian Weed Management, 2003. p.11-22. (CRC for

Australian Weed Management. Technical Series, 7).

SHEPPARD, A. W.; HILL, R.; DeCLERCK-FLOATE, R. A.; McCLAY, A.; OLCKERS, T.; QUIMBY JR., P. C.; ZIMMERMANN, H. G. A global review of risk-benefit-cost analysis for the introduction of classical biological control agents against weeds: a crisis in the making? **Biocontrol News and Information**, v. 24, p. 91-108, 2003. <Disponível em: <http://www.pestscience.com/PDF/BNira66.PDF>>. Acesso em: 22 fev. 2009.

SHRUM, R. D. Creting epiphytotics. In: CHARUDATTAN, R.; WALKER, H. L. (Ed.). **Biological control of weeds with plant pathogens**. New York: J. Wiley & Sons. 1982. p. 113-135.

SMITH, R. J. Jr. Integration of microbial herbicides with existing pest management programs. In: CHARUDATTAN, R.; WALKER, H. L. (Ed.). **Biological control of weeds with plant pathogens**. New York: J. Wiley & Sons, 1982. p. 189-203.

SMITH, R. J. Jr. Integration of biological control agents with chemical pesticides. In: TeBEEST, D. O. (Ed.). **Microbial control of weeds**. New York: Chapman & Hall, 1991. p. 189-208.

SUSLOW, T. V.; SCHROTH, M. N. Role of deleterious rhizobacteria as minor plant pathogens in reducing crop growth. **Phytopathology**, St. Paul, v. 72, p. 111-115, 1982.

TeBEEST, D. O. Ecology and epidemiology of fungal plant pathogens studied as biological control agents of weeds. In: TeBEEST, D. O. (Ed.). **Microbial control of weeds**. New York: Chapman & Hall. 1991. p. 97-114.

TEIXEIRA, C. A. D.; FONTES, E. G.; SUJII, E. R.; FIGUEIREDO, G. de; PIRES, C. S. S. Prospects for the biological control of *Cyperus rotundus* (purple nutsedge) in Brazil. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON BIOLOGICAL CONTROL OF WEEDS, 8., 1992, Christchurch. **Proceedings...** Canterbury: CSIRO/DSIR, 1993. p. 69.

TEIXEIRA, E. A.; MELLO, S. C. M. **Infectividade de *Cercospora caricis* em plantas de tiririca obtidas através de diferentes explantes.** Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2001. 4 p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Comunicado técnico, 55).

TEIXEIRA, E. A.; MELLO, S. C. M.; PEREIRA, W.; CORDEIRO, C. M. T. Suscetibilidade em acessos de tiririca a *Cercospora caricis* sob condições de casa-de-vegetação. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 24, p. 337, 1999.

TEMPLETON, G. E. Status of weed control with plant pathogens. In: CHARUDATTAN, R.; WALKER, H. L. (Ed.). **Biological control of weeds with plant pathogens.** New York: J. Wiley & Sons, 1982. p. 29-44.

TEMPLETON, G. E. Use of *Colletotrichum* strains as mycoherbicides. In: BAILEY, J. A.; JEGER, M. J. (Ed.). **Colletotrichum: biology, pathology and control.** Wallingford: CAB International. 1992. p. 358-380.

TEMPLETON, G. E.; TeBEEST, D. O.; SMITH, R. J. Biological weed control with mycoherbicides. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 17, p. 301-310, 1979.

TILMAN, D.; FARIONE, B.; WOLFF, B.; D'ANTONIA, C.; DOBSON, A.; HOWARTH, R.; SCHINDLER, D.; SCHLESINGER, W. H.; SIMBERLOFF, D.; SWACKHAMER, D. Forecasting agriculturally driven global environmental change. **Science**, Washington, v. 293, p. 281-284, 2001.

TRANEL, P.J., GEALY, D.R., KENNEDY, A.C. Inhibition of downy brome (*Bromus tectorum*) root growth by a phytotoxin from *Pseudomonas fluorescens* strain D7. **Weed Technology**, Champaign, v. 7, p. 134-139, 1993.

VEY, A.; HOAGLAND, R. E.; BUTT, T. M. Toxic metabolites of fungal biocontrol agents. In: BUTT, T. M.; JACKSON, C.;

MAGAN, N. (Ed.). **Fungi as biocontrol agents: progress, problems and potential**. Wallingford: CABI, 2001. p. 311-346.

WAPSHERE, A. J. A strategy for evaluating the safety of organisms for biological weed control. **Annals of Applied Biology**, Cambridge, v. 77, p. 201-211, 1974.

WATSON, A. K. Current advances in bioherbicide research. In: BRIGHTON CROP PROTECTION CONFERENCE - WEEDS, 1989, Switzerland. **Proceedings...** Switzerland: Ciba Geigy, 1989. p. 987-996.

WATSON, A. K. The classical approach with plant pathogens. In: TEBEEST, D. O. (Ed.). **Microbial control of weeds**. New York: Chapman & Hall, 1991. p. 3-23.

WEEDSCIENCE. Herbicide resistant weeds. Disponível em: <<http://www.weedscience.org/Summary/UniqueCountry.asp?lstCount...>>. Acesso em: 04 nov. 2008.

WILLIAMS, D. G.; BARUCH, Z. African grass invasions in the Americas: ecosystem consequences and the role of ecophysiology. **Biological Invasions**, v. 2, p. 123-140, 2000. <disponível em: <http://www.springerlink.com/w10106.dotlib.com.br/content/gp375714184n6525/fulltext.pdf>>. Acesso em: 26 fev. 2009.

WILSON, C. L. Use of plant pathogens in weed control. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 7, p. 411-134, 1969.

WITTEMBERG, R.; COCK, M. J. W. **Invasive Alien Species: a toolkit of best prevention and management practices**, Wallingford: CAB International, 2001. 228 p.

WYMORE, L. A.; WATSON, A. K.; GOTLIEB, A. R. Interaction between *Colletotrichum coccodes* and thiadiazuron for control of velvetleaf (*Abutilon theophrasti*). **Weed Science**, Ithaca, v. 35, p. 377-383, 1987.

YANG, Y. K.; KIM, S. O.; CHUNG, H. S.; LEE, Y. H. Use of *Colletotrichum graminicola* KA001 to control barnyard grass. **Plant Disease**, St. Paul, v. 84, p. 55-59, 2000.

ZHANG, W.; WATSON, A. K. Efficacy of *Exserohilum monoceras* for the control of *Echinochloa* species in rice (*Oryza sativa*). **Weed Science**, Ithaca, v. 45, p. 144-150, 1997.