

Métodos para controle de plantas exóticas invasoras

Michele de Sá Dechoum *

Sílvia Renate Ziller

Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental
Servidão Cobra Coral, 111, Campeche, CEP 88.063-513, Florianópolis – SC, Brasil

* Autor para correspondência
mdechoum@gmail.com

Submetido em 03/04/2012
Aceito para publicação em 18/10/2012

Resumo

Espécies exóticas invasoras são uma das maiores ameaças à conservação da biodiversidade e devem ser manejadas com base em métodos de controle adequados a condições ambientais locais ou regionais. Foram conduzidos experimentos de controle químico de dez espécies exóticas invasoras em Santa Catarina, incluindo as espécies arbóreas *Casuarina equisetifolia*, *Hovenia dulcis*, *Psidium guajava*, *Syzygium cumini* e *Terminalia catappa*, e as espécies herbáceas *Furcraea foetida*, *Hedychium coronarium*, *Impatiens walleriana*, *Rubus fruticosus* e *Tradescantia zebrina*. Para espécies arbóreas foram utilizados métodos de corte do tronco, cortes intercalados e anelamento associados à aplicação de herbicida e aspersão basal de herbicida. Já para espécies herbáceas foram utilizados a aspersão de herbicida em folhas e raízes, corte da parte aérea seguido de aplicação de herbicida e injeção de herbicida. Os princípios ativos testados foram Triclopir, Glifosato e Triclopir + Fluroxipir, em concentrações que variaram de 2 a 6%. O controle de todas as espécies arbóreas foi eficaz com corte e aplicação de herbicida nos tocos, enquanto os tratamentos de anelamento e cortes intercalados seguidos de aplicação de herbicida e aspersão basal de herbicida apresentaram resultados de eficácia diferenciados entre as espécies testadas. Para espécies herbáceas, o método mais eficaz foi aspersão foliar de herbicida.

Palavras-chave: Áreas protegidas; Invasões biológicas; Manejo

Abstract

Control techniques for invasive alien plants. Invasive alien species are recognized as a major threat to the conservation of biodiversity. These species should be managed based on local and regional environmental conditions. Control techniques were tested for ten invasive species in Santa Catarina State: the trees *Casuarina equisetifolia*, *Hovenia dulcis*, *Psidium guajava*, *Syzygium cumini*, and *Terminalia catappa*, and shrubs and herbs *Rubus fruticosus*, *Furcraea foetida*, *Hedychium coronarium*, *Impatiens walleriana*, and *Tradescantia zebrina*. Treatments applied for trees were cut stump, frill and girdling or ring-barking followed by herbicide application, while the other species were treated with foliar spray, application of herbicide on the root system, cut stump and herbicide injection. The active ingredients tested were Triclopyr, Glyphosate, and the combination of Triclopyr + Fluroxypyr in concentrations from 2 to 6%, according to the species. The cut stump method was efficient for all of the woody species, while ring-barking and frilling followed by herbicide application and basal bark application resulted in different levels of efficiency for the species tested. The most efficient method for herbs and shrubs was foliar spray, and the least efficient methods were cut stump and herbicide injection.

Key words: Biological invasions; Management; Protected

Introdução

Invasões biológicas são consideradas uma das maiores e mais crescentes ameaças à diversidade biológica global (WILLIAMSON, 1996; 1999; GLOBAL INVASIVE SPECIES PROGRAMME, 2001), uma vez que podem provocar alterações profundas e irreversíveis na estrutura e nas funções dos ecossistemas (MOONEY; HOBBS, 2000; SAKAI et al., 2001). Espécies exóticas invasoras provocam impactos diretos e indiretos sobre a biodiversidade, afetando indivíduos, populações e comunidades, seja por meio de alterações nas interações existentes entre espécies ou por alterações químicas e físicas no meio (VERSFELD; VAN WILGEN, 1986; VITOUSEK, 1990; MACK et al., 2000; RICHARDSON et al. 2000; SHEA; CHESSON, 2002; RICHARDSON; VAN WILGEN, 2004).

As metas de Aichi estabelecidas na Convenção de Diversidade Biológica em 2010 remetem a que, “em 2020, espécies exóticas invasoras e vias de dispersão estarão identificadas e priorizadas, espécies prioritárias terão sido controladas ou erradicadas e haverá medidas estabelecidas para o manejo de vias de dispersão com vistas a prevenir a introdução e o estabelecimento de espécies exóticas invasoras” (CDB, 2011).

No Brasil, são observados processos de invasão biológica em todos os biomas (ZENNI; ZILLER, 2011). Na Base de Dados I3N Brasil, há registro de invasão em 324 unidades de conservação em nível federal, estadual e municipal, somando 1.684 ocorrências. Entre animais, plantas e microorganismos são 348 espécies registradas como invasoras para o Brasil em 12.971 localidades de ocorrência (INSTITUTO HÓRUS, 2012).

Em Santa Catarina, foram diagnosticados processos de invasão biológica nas dez unidades de conservação administradas pela Fundação de Meio Ambiente do estado (FATMA, 2009). Por meio desse diagnóstico foram registradas 700 ocorrências de 105 espécies exóticas invasoras, sendo 89 espécies de plantas. As unidades de conservação com maior área invadida e que requerem ações intensas para controle são o Parque Estadual Fritz Plaumann, em Concórdia, onde a espécie invasora dominante é *Hovenia dulcis* (Rhamnaceae), conhecida como uva-do-japão, o Parque Estadual do

Rio Vermelho, em Florianópolis, e o Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, que abrange nove municípios do Estado, para os quais os maiores problemas de invasão são por espécies do gênero *Pinus* (FATMA, 2009).

Espécies exóticas invasoras devem ser alvo de programas de controle e erradicação em áreas naturais, especialmente em unidades de conservação (ZILLER, 2006). Esses programas podem envolver métodos de controle mecânico, químico e biológico, que podem ser utilizados independentemente ou associados, como ocorre na maioria dos casos (WITTENBERG; COCK, 2001).

O controle biológico clássico é altamente recomendado para controlar populações estabelecidas em grande escala, mantendo-as a níveis aceitáveis, mas nunca as erradicando. Quando bem sucedido, apresenta uma ótima relação custo-benefício, é permanente, sustentável e ecologicamente seguro devido à alta especificidade dos agentes utilizados (WITTENBERG; COCK, 2001). Métodos de controle mecânico envolvem a remoção manual de plantas por meio de técnicas como arranquio, corte e roçada. São mais recomendados para invasões iniciais e de pequena escala ou para o controle da densidade e da abundância da espécie-alvo, tendo em vista que são sempre muito trabalhosos e de alto custo, pois devem ser repetidos por muitos anos até que todos os indivíduos sejam removidos (WITTENBERG; COCK, 2001).

O controle químico de plantas envolve, principalmente, o uso de herbicidas, que são compostos químicos que contêm um ingrediente ativo (ou princípio ativo), um diluente, e algumas vezes alguns aditivos para melhorar a eficácia do produto. Herbicidas diminuem o crescimento, a produção de sementes e a competitividade de plantas exóticas invasoras, consequentemente disponibilizando mais recursos para a comunidade vegetal nativa (BUSSAN; DYER, 1999). Herbicidas são ferramentas efetivas para o controle de espécies exóticas invasoras, tendo em vista que, na maioria dos casos, os métodos mecânicos não são suficientes para a maioria das espécies (SIGG, 1998; TU et al., 2001; WITTENBERG; COCK, 2001; SIMBERLOFF, 2008).

Os herbicidas atualmente registrados apresentam baixos impactos sobre espécies não-alvo (MOTOOKA

et al., 2002) e podem representar os únicos meios atualmente disponíveis para cessar os danos irreversíveis originados por espécies invasoras (SIMBERLOFF, 2008). A aplicação pontual de herbicidas sobre partes de plantas invasoras tem se mostrado altamente benéfica para fins de restauração ambiental, reduzindo custos e mão-de-obra e aumentando o potencial de regeneração natural de ambientes degradados (TU et al., 2001; MOTOOKA et al., 2002; CARMO, 2005).

Diversas referências internacionais disponibilizam métodos de controle químico para espécies exóticas invasoras (PARSONS; CUTHBERTSON, 1992; TU et al., 2001; MOTOOKA et al., 2002; 2003; XACT INFORMATION, 2005; RENTERÍA et al., 2007), porém nem sempre os princípios ativos estão disponíveis no Brasil e nem sempre as diluições indicadas são ideais para as condições climáticas locais. Por essas razões, é comumente necessário ajustar as indicações de métodos disponíveis.

O produto mais comumente usado em escala global para controle de plantas lenhosas é Garlon(R), à base de Triclopir, um herbicida seletivo sistêmico que atua mimetizando o hormônio auxina, causando um crescimento descontrolado nas plantas, o que pode levá-las à morte. Apresenta boa eficácia no controle em baixas concentrações e tem meia-vida de 30 dias, especialmente em solos úmidos de climas quentes (TU et al., 2001). Em geral, se aplicado diretamente no tronco cortado das árvores, esse produto não percola no solo e nem é exsudado pelas raízes, o que permite excelente controle ambiental e evita impactos sobre espécies não alvo (TU et al., 2001).

Os produtos mais empregados no controle de gramíneas e outras plantas herbáceas são herbicidas à base de Glifosato, que também são sistêmicos e não deixam resíduos nem são moveis no solo porque ficam adsorvidos às partículas minerais (BUSSAN; DYER, 1999; TU et al., 2001; XACT INFORMATION, 2005). O princípio ativo bloqueia a ação de uma enzima que inibe a biossíntese de aminoácidos aromáticos, tais como a fenilalanina, a tirosina e o triptofano. Esses aminoácidos são necessários à síntese de proteínas, o que, por sua vez, é necessária para o crescimento e a sobrevivência das plantas. O princípio ativo é decomposto principalmente

pelo metabolismo microbiano e tem meia-vida de 30 a 60 dias nos solos e duas a dez semanas na água (TU et al., 2001).

Por meio deste estudo, foram definidos protocolos de controle para dez espécies exóticas que invadem ecossistemas naturais em unidades de conservação do estado de Santa Catarina. Os métodos utilizados empregaram uma combinação de técnicas mecânicas e químicas.

Material e Métodos

Foram realizados experimentos de controle para as seguintes espécies: *Casuarina equisetifolia* L. (Casuarinaceae), *Hovenia dulcis* Thunb. (Rhamnaceae), *Terminalia catappa* L. (Combretaceae), *Psidium guajava* L. (Myrtaceae), *Syzygium cumini* (L.) Skeels (Myrtaceae), *Rubus fruticosus* L. (Rosaceae), *Furcraea foetida* L. (Haw.) (Agavaceae), *Hedychium coronarium* J. König (Zingiberaceae), *Impatiens walleriana* Hook. F. (Balsaminaceae) e *Tradescantia zebrina* Heynh. (Commelinaceae). As áreas para instalação dos testes foram selecionadas em função da invasão por essas espécies (Tabela 1).

Os tratamentos testados foram variáveis entre espécies e são apresentados a seguir e na Tabela 1:

- 1) Anelamento e aplicação de herbicida à base de Triclopir a 4%
- 2) Corte na base do tronco e aplicação de herbicida à base de Triclopir a 4%
- 3) Aspersão de herbicida à base de Triclopir a 4% na base do tronco
- 4) Corte na base do tronco e aplicação de herbicida à base de Triclopir + Fluroxipir a 2%
- 5) Cortes intercalados no tronco e aplicação de Triclopir a 6%
- 6) Cortes intercalados no tronco e aplicação de Triclopir + Fluroxipir a 2%
- 7) Corte na base do tronco e aplicação de herbicida à base de Triclopir a 6%
- 8) Injeção no caule de herbicida à base de Triclopir a 48%
- 9) Aspersão foliar de herbicida à base de Triclopir + Fluroxipir a 2%

- 10) Aspersão foliar de herbicida à base de Triclopir + Fluroxipir a 3%
- 11) Aspersão foliar de herbicida à base de Glifosato a 2%
- 12) Aspersão foliar de herbicida à base de Glifosato a 3%
- 13) Corte da parte aérea e aplicação de herbicida à base de Glifosato a 2% nos caules cortados e raízes expostas
- 14) Corte da parte aérea e aplicação de herbicida à base de Glifosato a 3% nos caules cortados e raízes expostas
- 15) Corte da parte aérea e aplicação de herbicida à base de Triclopir + Fluroxipir a 2% nos caules cortados e raízes expostas
- 16) Corte da parte aérea e aplicação de herbicida à base de Triclopir + Fluroxipir a 3% nos caules cortados e raízes expostas
- 17) Aspersão nos caules cortados e raízes expostas de herbicida à base de Glifosato a 2%
- 18) Aspersão nos caules cortados e raízes expostas de herbicida à base de Glifosato a 3%
- 19) Aspersão nos caules cortados e raízes expostas de herbicida à base de Triclopir + Fluroxipir a 2%
- 20) Aspersão nos caules cortados e raízes expostas de herbicida à base de Triclopir + Fluroxipir a 3%

Os métodos de controle testados foram baseados nos estudos de PARSONS; CUTHBERTSON (1992), TU et al. (2001), BUDDENHAGEN (2002), MOTOOKA et al. (2002; 2003), XACT INFORMATION (2005) e RENTERÍA et al. (2007). Além dos estudos mencionados, foram consultados bancos de dados *on line*, tais como a Rede Global de Informação sobre Espécies Exóticas Invasoras (GISIN, 2010), a Base de Dados sobre Espécies Exóticas Invasoras de Galápagos (GALAPAGOS ISLANDS, 2010), a Base de Dados sobre Espécies Exóticas Invasoras do Havaí e das ilhas do Pacífico (HEAR, 2010) e a Base de Dados Global de Espécies Exóticas Invasoras do Grupo de Especialistas em Espécies Exóticas Invasoras (ISSG, 2010). Foram testados os métodos indicados nessas fontes de dados e

TABELA 1: Espécies exóticas invasoras e tratamentos utilizados para controle no estado de Santa Catarina, nas unidades de conservação, municípios e fitofisionomias indicados. Os códigos numéricos dos tratamentos testados encontram-se descritos no item Material e Métodos.

Unidade de conservação	Município(s)	Fitofisionomia (IBGE, 1992)	Espécies	Tratamentos testados
Parque Estadual do Rio Vermelho	Florianópolis	Formações Pioneiras de Influência Marinha	<i>Casuarina equisetifolia</i>	1, 2, 3
Parque Natural Municipal da Lagoa do Peri	Florianópolis	Formações Pioneiras de Influência Marinha	<i>Casuarina equisetifolia</i> <i>Hovenia dulcis</i> <i>Psidium guajava</i>	2 2, 4, 5, 6 5, 7
Parque Estadual Fritz Plaumann	Concórdia	Floresta Estacional Decidual	<i>Hedychium coronarium</i> <i>Impatiens walleriana</i> <i>Rubus fruticosus</i>	9, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 9, 10, 11, 12 9, 10, 11, 12
Estação Ecológica de Carijós	Florianópolis	Formações Pioneiras de Influência Marinha	<i>Syzygium cumini</i> <i>Terminalia catappa</i>	2 1, 2, 3
APA do Entorno Costeiro	Florianópolis	Formações Pioneiras de Influência Marinha	<i>Furcraea foetida</i>	2, 8
		Floresta Ombrófila Densa	<i>Tradescantia zebrina</i>	9, 10, 11, 12
APA da Vargem do Braço	Santo Amaro da Imperatriz	Floresta Ombrófila Densa	<i>Impatiens walleriana</i>	9, 10, 11, 12

informações, com variações referentes à diluição com a intenção de otimizar o uso de herbicidas e viabilizar o controle com produtos disponíveis e registrados no Brasil e no estado.

As unidades amostrais foram definidas como um indivíduo adulto para as espécies arbóreas e para *F. foetida*, e como parcelas de 2m² para espécies as herbáceas e arbustivas. Foram considerados adultos os indivíduos que apresentaram diâmetro basal maior do que 3cm. O corte na base do tronco de plantas arbóreas foi feito com motosserra, enquanto as plantas herbáceas foram cortadas com facão ou tesoura de poda. O corte de piteiras foi feito com facão, machado ou foice. Os cortes foram feitos o mais rente possível à superfície do solo, abaixo de qualquer ramificação. A aplicação de herbicida foi feita com pulverizadores de compressão prévia de 1,25L (Guarany Ind. e Com. Ltda.) imediatamente após o corte, tendo em vista que quanto menor o intervalo de tempo entre o corte e a aplicação, maior a efetividade de penetração do produto e, conseqüentemente, a eficácia no controle.

O método de anelamento consiste em remover, com o auxílio de um facão ou uma machadinha, as camadas mais exteriores da casca, com o objetivo de interromper o fluxo de seiva das raízes para o restante da planta (TU et al., 2001). Os anéis foram feitos o mais próximo possível à superfície do solo, até a altura de 0,5m, e a aplicação de herbicida foi feita em toda a circunferência do tronco, na parte inferior do anel, imediatamente após o anelamento.

O método de cortes intercalados consiste em fazer cortes na casca da planta lenhosa para aplicação de herbicida, em duas alturas, em toda a circunferência do tronco, de modo a não deixar casca contínua na linha vertical, interrompendo assim o fluxo de seiva (TU et al., 2001). Os cortes foram feitos a cerca de 1,30m de altura com machadinha ou facão. A aplicação de herbicida foi feita imediatamente após, na parte basal dos cortes, em toda a circunferência do tronco.

A aspersão foliar consiste na aplicação de herbicidas diretamente sobre as folhas das plantas (TU et al., 2001). O volume de herbicida utilizado foi variável de espécie para espécie, buscando-se usar o mínimo necessário para

cobrir toda a área foliar de cada planta. O método de injeção foi realizado com uma “ponteira” de ferro (15cm de comprimento e 1cm de diâmetro), feita em serralheria local para esse fim, com a qual foram feitos furos nos caules da planta, com a posterior aplicação de herbicida.

Não foram testados tratamentos de corte do tronco, anelamento ou cortes laterais sem aplicação dos herbicidas, uma vez que, com base na literatura, todas as espécies estudadas apresentam rebrota quando manejadas mecanicamente (PARSONS; CUTHBERTSON, 1992; TU et al., 2001; BUDDENHAGEN, 2002; MOTOOKA et al., 2002; 2003; XACT INFORMATION, 2005; RENTERÍA et al., 2007; GALAPAGOS ISLANDS, 2010; GISIN, 2010; HEAR, 2010; ISSG, 2010).

Todas as aplicações de herbicida foram feitas com corante (Hi Light – Rigrantec Tecnologia para Sementes e Plantas S.A.) com vistas a permitir o controle das aplicações e aumentar o nível de segurança e controle de acidentes para os usuários e para o ambiente. O herbicida à base de Triclopir foi diluído em óleo, conforme indicação do fabricante, o que tende a aumentar a penetração do produto na madeira ou na casca. Embora o fabricante recomende a diluição em óleo diesel, foi utilizado óleo vegetal para não agregar impactos à aplicação do produto. Os demais herbicidas foram diluídos em água. As diluições empregadas fundamentaram-se nas referências técnicas existentes e nas indicações dos fabricantes. Para a trapoeraba-roxa foi utilizado um surfactante (Pronto Três – Rigrantec Tecnologia para Sementes e Plantas S.A.) misturado ao herbicida, produto que ajuda a quebrar a cerosidade das folhas, aumenta a penetração e, portanto, a efetividade do produto.

Os testes foram realizados entre junho e julho de 2010 e as visitas de monitoramento foram mensais para as espécies herbáceas e trimestrais para as espécies arbóreas, entre junho de 2010 e abril de 2011. As espécies herbáceas no Parque Estadual Fritz Plaumann foram avaliadas trimestralmente devido à dificuldade de acesso à área, porém sem prejuízo aos resultados finais obtidos. De maio de 2011 a fevereiro de 2012, o monitoramento continuou ocorrendo no Parque Estadual Fritz Plaumann apenas para *H. coronarium* e *H. dulcis*. A eficácia dos diferentes métodos foi feita pela avaliação

da mortalidade de plantas, e expressa em termos de porcentagem de plantas mortas de cada espécie em cada tratamento.

Resultados

Casuarina equisetifolia (casuarina)

O método mais eficaz foi corte do tronco e aplicação de herbicida à base de Triclopir a 4% (tratamento 2), com o qual a mortalidade foi de 100% (Tabela 2). Tanto o anelamento (tratamento 1) quanto a aspersão basal (tratamento 3) não mostraram resultados conclusivos, pois as árvores ainda apresentavam folhas verdes após cerca de 270 dias, sendo que no tratamento 1 a mortalidade foi de 60% e no tratamento 3, de 10% (Tabela 2).

Furcraea foetida (piteira)

O corte na base e aplicação de herbicida à base de Triclopir a 4% (tratamento 2) foi eficaz, sendo observada 100% de mortalidade. Este é o único método encontrado até o momento para controle da espécie, pois nenhuma planta morreu com o método de injeção de herbicida sem diluição (tratamento 8) (Tabela 2).

Hedychium coronarium (lírio-do-brejo)

A mortalidade não foi de 100% em nenhum dos métodos testados para esta espécie. Dentre os métodos

testados, os melhores resultados foram obtidos com a aspersão foliar de herbicida à base de Triclopir + Fluroxipir em diluição de 2% (tratamento 9), com mortalidade superior a 95%, seguido pelos métodos aspersão foliar de herbicida à base de Glifosato em diluição de 3% (tratamento 12) e aplicação nos rizomas de herbicida à base de Triclopir + Fluroxipir a 3% (tratamento 20) e de herbicida à base de Glifosato a 3% (tratamento 18), nos quais a mortalidade foi de 95% (Tabela 2).

Hovenia dulcis (uva-do-japão)

Em todos os métodos utilizados a mortalidade foi de 100%, não havendo rebrotas em qualquer das repetições e não havendo folhas verdes nas copas dos indivíduos nos quais foi utilizado o método de cortes intercalados (Tabela 2).

Psidium guajava (goiabeira)

O corte na base do tronco e aplicação de herbicida à base de Triclopir a 6% (tratamento 7), assim como o mesmo método com herbicida à base de Triclopir + Fluroxipir a 2% (tratamento 5) foram eficazes, com 100% de mortalidade das plantas (Tabela 2).

Syzygium cumini (jambolão)

O corte na base do tronco e aplicação de herbicida à base de Triclopir a 4% (tratamento 2) foi eficaz, não havendo rebrotas em qualquer das repetições e havendo mortalidade de 100% das plantas (Tabela 2).

TABELA 2: Eficácia dos métodos testados com base na mortalidade das plantas (%) de cada espécie em cada tratamento, aos 270 dias após a aplicação. Os códigos numéricos dos tratamentos testados encontram-se descritos no item Material e Métodos.

Espécies	Tratamentos																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<i>Casuarina equisetifolia</i>	60	100	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Furcraea foetida</i>	-	100	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hedychium coronarium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	<95	-	-	95	80	90	80	85	80	95	90	95
<i>Hovenia dulcis</i>	-	100	-	100	100	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Impatiens walleriana</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	100	100	100	100	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rubus fruticosus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	100	100	100	100	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Psidium guajava</i>	-	-	-	-	100	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Syzygium cumini</i>	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Terminalia catappa</i>	70	100	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tradescantia zebrina</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	100	100	100	100	-	-	-	-	-	-	-	-

***Terminalia catappa* (castanheira)**

O corte e aplicação de herbicida à base de Triclopir a 4% (tratamento 2) é o método mais indicado, uma vez que a mortalidade foi de 100%. 30% das árvores aneladas e com aplicação de herbicida à base de Triclopir a 4% (tratamento 1) não estavam mortas ao final do monitoramento, embora estivessem sem folhas. A aspersão basal (tratamento 3) não foi suficiente para evitar rebrotas na maior parte dos indivíduos, sendo que a mortalidade foi de apenas 30% com o uso deste método (Tabela 2).

***Impatiens walleriana* (maria-sem-vergonha, beijinho), *Rubus fruticosus* (amora-silvestre) e *Tradescantia zebrina* (trapoeraba-roxa)**

Para essas três espécies herbáceas, todos os métodos testados apresentaram mortalidade de 100% (tratamento 9, 10, 11 e 12) (Tabela 2).

Discussão

Os métodos de controle mecânico sem a posterior aplicação de controle químico não foram utilizados, uma vez que já se conheciam dados de literatura que apontavam para a ineficácia do controle mecânico para as espécies estudadas. Entretanto, ressalta-se que foram monitorados parcelas e indivíduos sem aplicação de nenhum tratamento, como testemunha, para quantificação da morte natural esperada no período de estudo.

Entre os métodos testados para árvores e outras plantas lenhosas, o corte do caule e aplicação de herbicida à base de Triclopir é o mais indicado, havendo pequeno ou praticamente nenhum efeito quando o produto é aplicado em gramíneas ou na superfície de folhas. Triclopir é um dos princípios ativos mais utilizados para controle de espécies lenhosas em áreas naturais. Como o produto não ultrapassa as cutículas das folhas, melhores resultados são observados quando o mesmo é aplicado diretamente sobre os tocos após o corte dos caules, ou quando aplicado sobre folhas com a adição de um surfactante (TU et al., 2001).

Métodos que levam à morte das árvores em pé, como o anelamento e a aspersão basal, não apresentaram resultados conclusivos, dentro do prazo de observação deste estudo, quando utilizados para as espécies *C. equisetifolia* e *T. catappa*. Entretanto, o Triclopir é hidrolizado em um ácido assim que penetra nos tecidos das plantas, e este ácido pode permanecer nas plantas até que morram ou percam as folhas e comecem a se degradar (TU et al., 2001). Sendo assim, entende-se que o acompanhamento das plantas por um intervalo maior de tempo poderia levar à morte de um número maior de indivíduos, o que aumentaria a eficácia dos métodos.

No caso de *H. coronarium*, foram observadas rebrotas em todos os tratamentos, sendo necessário repetir as aplicações para que se obtenha sucesso no controle da invasão por esta espécie. Ressalta-se, entretanto, que a mortalidade de plantas é consideravelmente alta após a primeira aplicação (95% para alguns dos métodos), e espera-se que, com novas aplicações, o número de plantas diminua significativamente, abrindo-se oportunidade para a regeneração de vegetação nativa, o que, por sua vez, também pode dificultar a rebrota da invasora. No Havaí, áreas invadidas por *H. coronarium* tem sido manejadas por meio da aplicação dos princípios ativos Metsulfuron-metil e Imazapir, que são persistentes e altamente móveis no solo, e podem provocar contaminação da água e impactos em espécies não-alvo (HEAR, 2010). Como a espécie tende a ocorrer em áreas úmidas, torna-se difícil conter ou controlar esse tipo de impacto. Por essa razão, optou-se pelo uso de outros produtos que não são translocados no solo, mesmo sabendo que os tratamentos precisam ser repetidos quatro vezes ou mais antes que as invasões possam ser efetivamente erradicadas.

Para *C. equisetifolia*, os resultados encontrados corroboram o que havia sido recomendado em XACT Information (2005), sendo que a concentração de Triclopir recomendada nesse estudo foi de 4,8%, e no presente estudo obteve-se mortalidade de 100% das plantas por meio do corte dos troncos e aplicação do herbicida nos tocos a 4%. Também para *P. guajava* e *S. cumini*, as concentrações utilizadas no presente estudo foram mais baixas que as utilizadas em estudos realizados na África do Sul e nos Estados Unidos, nos

quais a concentração de Triclopir recomendada é de 10% (XACT INFORMATION, 2005; ISSG, 2010).

Como não foram encontrados estudos que pudessem ser utilizados como referência para controle de *H. dulcis*, optou-se por adaptar os métodos utilizados em áreas naturais na América do Norte para controle de espécies invasoras lenhosas da família Rhamnaceae, tais como *Rhamnus cathartica* e *R. frangula* (TU et al., 2001). Entretanto, como a concentração recomendada era de 10% de Triclopir, optamos por reduzi-la à metade e obtivemos 100% de mortalidade com todas as técnicas utilizadas.

Para as espécies herbáceas *I. walleriana*, *R. fruticosus* e *T. zebrina*, todos os métodos testados foram eficazes. Recomenda-se, portanto, usar aspersão de herbicida à base de Glifosato ou de herbicida à base de Triclopir + Fluroxipir em diluição de 2%, tendo em vista que a utilização de concentração mais alta não produziu resultados melhores.

Buddenhagen (2002), em estudo sobre manejo de *Rubus megalococcus*, descreve como método de controle da espécie cinco aplicações (aspersão foliar) de Glifosato a 3%, com intervalos de dois meses entre as aplicações, e mais uma aplicação de Glifosato a 8% aos seis meses após a quinta aplicação, totalizando um ano e três meses para sucesso no controle da espécie.

Nenhuma referência de controle foi encontrada para *F. foetida*, mas somente para *Agave sisalana*, uma espécie da mesma família e morfológicamente semelhante. Motooka et al. (2003) recomendam aspersão foliar de Triclopir, e a injeção de 2mL por planta de MSMA 720g/L concentrado é recomendada em XACT Information (2005). Como a aspersão foliar era inviável, tendo em vista que alguns indivíduos de *F. foetida* na área de estudo chegavam a atingir mais de 2m de altura, optou-se por injetar Triclopir, o que não foi eficaz. Apesar de não descrito em literatura, o método de corte do sistema caulinar e aplicação de herbicida à base de Triclopir a 4% foi eficaz. Entretanto, uma particularidade foi observada no controle de *F. foetida* meses após o controle via corte e aplicação de herbicida nos tocos: as partes cortadas das plantas não morreram e, mesmo desconectadas do caule, emitiram pendões

e bulbilhos. Essa característica gera a necessidade adicional de se remover do local a biomassa cortada.

Ao menos um dos métodos testados para controle de cada espécie exótica invasora foi eficaz para as condições ambientais deste estudo. Não é possível afirmar que a eficácia dos tratamentos seria a mesma em diferentes regiões ecológicas e, portanto, mais estudos são desejáveis. A disponibilidade no mercado de diferentes produtos com os mesmos princípios ativos pode também levar à necessidade de ajustes. Nesse caso, os herbicidas devem ser selecionados em função dos princípios ativos. Ressalta-se que o uso de controle químico deve ser feito sob condições apropriadas e técnicas específicas, evitando-se a aplicação em espécies não-alvo e cumprindo rigorosamente normas de segurança do trabalho e de proteção ambiental.

Agradecimentos

À Fundação de Apoio à Pesquisa Científica e Tecnológica do Estado de Santa Catarina (FAPESC) e ao Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF), pelo financiamento da pesquisa. À Fundação de Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina (FATMA), À Fundação Municipal do Meio Ambiente de Florianópolis (FLORAM) e ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO), pela parceria e apoio logístico para o desenvolvimento do projeto. A Rafael D. Zenni, pela revisão e sugestões.

Referências

- BUDDENHAGEN, C. E. The successful eradication of two blackberry species *Rubus megalococcus* and *R. adenotrichos* (Rosaceae) from Santa Cruz Island, Galapagos, Ecuador. **Pacific Conservation Biology**, Baulkham Hills, v. 12, p. 272-278, 2002.
- BUSSAN, A. J.; DYER, W. E. Herbicides and rangeland. In: SHELEY, R. L.; PETROFF, J. K. (Ed.). **Biology and management of noxious rangeland weeds**. Corvallis: Oregon State University Press, 1999. p. 116-132.
- CARMO, A. P. C. Monitoramento e controle de espécies exóticas invasoras na Aracruz Celulose S. A. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ESPÉCIES EXÓTICAS INVASORAS, I, 2005, Brasília. **Resumos...** Brasília: MMA, 2005. Versão eletrônica.
- CDB. **Convention of biological diversity**. 2011. Disponível em: <www.cbd.int/sp/targets>. Acesso em: 19 abr. 2011.

- FATMA. **Plano estadual de controle de espécies exóticas invasoras em unidades de conservação**. Florianópolis: FATMA, 2009. 15 p. (Relatório técnico)
- GALAPAGOS ISLANDS. **Galapagos Islands (Ecuador)**. 2010. Disponível em: <<http://www.hear.org/galapagos/>>. Acesso em: 16 jun. 2010.
- GISIN. **Global Invasive Species Information Network**. 2010. Disponível em: <<http://www.gisinet.org/>>. Acesso em: 14 jun. 2010.
- GLOBAL INVASIVE SPECIES PROGRAMME. **Global strategy on invasive species**. Gland: IUCN, 2001. 50 p.
- GOTELLI, N. J.; ELLISON, A. M. **Princípios de estatística em ecologia**. Porto Alegre: ArtMed, 2011. 527 p.
- HEAR. **Hawaiian ecosystems at risk project**. 2010. Disponível em: <<http://www.hear.org/>>. Acesso em: 14 jun. 2010.
- IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 1992. 92 p.
- INSTITUTO HÓRUS. **Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental**. 2012. Disponível em: <<http://i3n.institutohorus.org.br/brasil>>. Acesso em: 17 fev. 2012.
- ISSG. **Invasive Species Specialist Group**. 2010. Disponível em: <<http://www.issg.org/>>. Acesso em: 18 jun. 2010.
- MACK, R. N.; SIMBERLOFF, D.; LONSDALE, W. M.; EVANS, H.; CLOUT, M.; BAZZAZ, F. A. Biological invasions: causes, epidemiology, global consequences and control. **Ecological Applications**, New York, v. 10, p. 689-710, 2000.
- MOONEY, H. A.; HOBBS, R. J. **Invasive species in a changing world**. Washington: Island Press, 2000. 439 p.
- MOTOOKA, P.; CASTRO, L.; NELSON, D.; NAGAI, G.; CHING, L. **Weeds of Hawaii's pastures and natural areas: an identification and management guide**. Hawaii: College of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawaii, 2003. 184 p.
- MOTOOKA, P.; CHING, L.; NAGAI, G. **Herbicide weed control methods for pastures and natural areas**. Hawaii: Cooperative Extension Service, University of Hawaii, 2002. 36 p.
- PARSONS, W. T.; CUTHBERTSON, E. G. **Noxious weeds of Australia**. Collingwood: CSIRO Publishing, 1992. 712 p.
- RENTERÍA, J. L.; ATKINSON, R.; BUDDENHAGEN, C. **Estrategias para la erradicación de 21 especies de plantas potencialmente invasoras en Galápagos**. Galápagos: Fundación Charles Darwin, 2007. 108 p. (Relatório técnico)
- RICHARDSON, D. M.; PYSEK, P.; REJMÁNEK, M.; BARBOUR, F.; PANETTA, F. R.; WEST, C. J. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. **Diversity and Distributions**, Malden, v. 6, p. 93-107, 2000.
- RICHARDSON, D. M.; VAN WILGEN, B. W. Invasive alien plants in South Africa: how well do we understand the ecological impacts? **South African Journal of Science**, Tygervalley, v. 100, p. 45-52, 2004.
- SAKAI, A. K.; ALLENDORF, F. W.; HOLT, J. S.; LODGE, D. M.; MOLOFSKY, J.; WITH, K. A.; BAUGHMAN, S.; CABIN, R. J.; COHEN, J. E.; ELLSTRAND, N. C.; McCAULEY, D. E.; O'NEIL, P.; PARKER, I. M.; THOMPSON, J. N.; WELLER, S. G. The population biology of invasive species. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**, Palo Alto, v. 32, p. 305-332, 2001.
- SHEA, K.; CHESSON, P. Community ecology theory as a framework for biological invasions. **Trends in Ecology and Evolution**, Cambridge, v. 17, n. 4, p. 170-176. 2002.
- SIGG, J. The role of herbicides on preserving biodiversity. **Journal of the California Native Plant Society**, Sacramento, v. 26, n. 4, p. 65-67, 1998.
- SIMBERLOFF, D. We can eliminate invasions or live with them. Successful management projects. **Biological Invasions**, Dordrecht, v. 11, n. 1, p. 149-157, 2008.
- TU, M.; HURD, C.; RANDALL, J. M. **Weed control methods handbook: tools & techniques for use in natural areas**. Davis: The Nature Conservancy, 2001. 219 p.
- VERSFELD, D. B.; VAN WILGEN, B. W. Impact of woody aliens on ecosystem properties. In: MACDONALD, I. A. W.; KRUGER, F. J.; FERRARA, A. A. (Ed.). **The ecology and management of biological invasions in southern Africa**. Cape Town: Oxford University Press, 1986. p. 239-246.
- VITOUSEK, P. M. Biological invasions and ecosystem processes: towards an integration of population biology and ecosystem studies. **Oikos**, Lund, v. 57, p. 7-13, 1990.
- XACT INFORMATION. **Control of unwanted plants**. South Africa: Cooper Sunset Trading 100 Ltd., 2005. 238 p.
- WILLIAMSON, M. **Biological invasions**. London: Chapman & Hall, 1996. 244 p.
- WILLIAMSON, M. Invasions. **Ecography**, Lund, v. 22, p. 5-12, 1999.
- WITTENBERG, R.; COCK, M. J. W. **Invasive alien species: a toolkit of best prevention and management practices**. Oxfordshire: CABI International, 2001. 228 p.
- ZENNI, R. D.; ZILLER, S. R. An overview of invasive plants in Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 34, n. 3, p. 431-446, 2011.
- ZILLER, S. R. Espécies exóticas da flora invasoras em unidades de conservação. In: CAMPOS, J. B.; TOSSULINO, M. G. P.; MULLER, C. R. C. (Ed.). **Unidades de conservação: ações para valorização da biodiversidade**. Curitiba: Instituto Ambiental do Paraná, 2006. p. 34-52.