

CONTROLE QUÍMICO DE PLANTAS DANINHAS AQUÁTICAS: *Alternanthera philoxeroides*, *Enhydra anagallis* E *Pycnus decumbens*¹

Chemical Control of Aquatic Weed Plants: Alternanthera philoxeroides, Enhydra anagallis and Pycnus decumbens

COSTA, N.V.², CARDOSO, L.A.⁴, MARCHI, S.R.², DOMINGOS, V.D.² e MARTINS, D.³

RESUMO - As espécies de plantas aquáticas podem causar inúmeros inconvenientes ao uso múltiplo da água quando elas se desenvolvem desordenadamente. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de diferentes herbicidas no controle químico de plantas de *Alternanthera philoxeroides*, *Enhydra anagallis* e *Pycnus decumbens* em caixa-d'água. Quando as plantas atingiram o seu pleno desenvolvimento (antes do florescimento), foram aplicados, nas espécies *Alternanthera philoxeroides* e *Enhydra anagallis*, os herbicidas: 2,4-D amina (U-46 D FLUID 720) a 2.880 g e.a. ha⁻¹; diquat (REWARD 240) a 480 g i.a. ha⁻¹; imazapyr (ARSENAL 250) a 500 e 750 g e.a. ha⁻¹; glyphosate (RODEO 480) a 3.360 g e.a. ha⁻¹ com e sem o surfatante Aterbane BR (0,5% v v⁻¹); glyphosate + diquat (3.360 + 480 g i./e.a. ha⁻¹); glyphosate + 2,4-D (3.360 + 2.880 g e.a. ha⁻¹); e diquat + 2,4-D (480 + 2.880 g i./e.a. ha⁻¹), além de uma testemunha sem aplicação de herbicida. Para a espécie *Pycnus decumbens* foram aplicados: 2,4-D amina (U-46 D FLUID 720) a 2.880 g e.a. ha⁻¹; diquat (REWARD 240) a 480 g i.a. ha⁻¹; propanil (STAM 480) a 2.880 g i.a. ha⁻¹; glyphosate (RODEO 480) a 3.360 g e.a. ha⁻¹ mais o surfatante Aterbane BR (0,5% v v⁻¹); glyphosate + propanil (3.360 + 2.880 g i./e.a. ha⁻¹); glyphosate + diquat (3.360 + 480 g i./e.a. ha⁻¹); glyphosate + 2,4-D (3.360 + 2.880 g e.a. ha⁻¹); propanil + 2,4-D (2.880 + 2.880 g i./e.a. ha⁻¹); e diquat + 2,4-D (480 + 2.880 g i./e.a. ha⁻¹), além de uma testemunha sem aplicação de herbicida. Os herbicidas foram aplicados com um pulverizador estacionário, pressurizado a ar comprimido e equipado com um reservatório de 2 litros, pontas Teejet XR11002VS, com um consumo de calda de 200 L ha⁻¹. As avaliações de controle das plantas daninhas foram visuais, por meio de uma escala de percentual de notas, além de se avaliar a massa seca das plantas. Verificou-se que o controle químico apresenta-se como uma boa alternativa de manejo para as espécies *A. philoxeroides*, *E. anagallis* e *P. decumbens*, e a mistura de herbicidas pode aumentar a eficiência de controle. *E. anagallis* apresentou alta sensibilidade à ação dos herbicidas; entretanto, as espécies *A. philoxeroides* e *P. decumbens* evidenciaram alta capacidade de regeneração, principalmente quando se utilizaram herbicidas de ação de contato.

Palavras-chave: 2,4-D, diquat, imazapyr, glyphosate e planta daninha.

ABSTRACT - Aquatic plants species can cause countless inconveniences to the multiple use of water, when growing inordinately. The objective of this research was to evaluate the effect of different herbicides on *Alternanthera philoxeroides*, *Enhydra anagallis* and *Pycnus decumbens* plants under water tank conditions. When the plants reached full development (before flowering) the species *Alternanthera philoxeroides* and *Enhydra anagallis* were applied: 2,4-D amina (U-46 D FLUID 720) at 2,880 g a.e. ha⁻¹; diquat (REWARD 240) at 480 g a.i. ha⁻¹; imazapyr (ARSENAL 250) at 500 and 750 g a.e. ha⁻¹; glyphosate (RODEO 480) at 3,360 g a.e. ha⁻¹ with and without the surfactant Aterbane BR (0.5% v v⁻¹); glyphosate + diquat at (3.360 + 480 g a.i./e. ha⁻¹); glyphosate + 2,4-D at (3,360 + 2,880 g a.e. ha⁻¹), diquat + 2,4-D at (480 + 2,880 g a.i./e. ha⁻¹) and a control without herbicide. The following treatments were applied to

¹ Recebido para publicação em 14.12.2004 e na forma revisada em 1.3.2005.

² Eng.-Agr., aluno de Pós-graduação, Dep. de Produção Vegetal-Agricultura, FCA/UNESP, <neumarcio@fca.unesp.br>. ³ Prof. Livre Docente, Dep. de Produção Vegetal-Agricultura, FCA/UNESP; ⁴ Aluno de graduação – FCA/UNESP, Caixa Postal 237, 18603-970 Botucatu-SP.



P. decumbens species: 2,4-D amina (U-46 D FLUID 720) at 2,880 g a.e. ha⁻¹; diquat (REWARD 240) at 480 g a.i. ha⁻¹; propanyl (STAM 480) at 2,880 g a.i. ha⁻¹; glyphosate (RODEO 480) at 3,360 g a.e. ha⁻¹ plus the surfactante Aterbane BR (0.5% v v⁻¹); glyphosate + propanyl at (3,360 + 2,880 g a.i./e. ha⁻¹); glyphosate + diquat at (3,360 + 480 g a.i./e. ha⁻¹); glyphosate + 2,4-D at (3,360 + 2,880 g a.e. ha⁻¹); propanyl + 2,4-D at (2,880 + 2,880 g a.i./e. ha⁻¹); diquat + 2,4-D at (480 + 2,880 g a.i./e. ha⁻¹) and a control without herbicide. The herbicides were applied with the help of a stationary sprayer, pressurized to air compressed and equipped with a reservoir of 2 liters, "Teejet" XR11002VS nozzle tips with a spraying consumption of 200 L ha⁻¹. The weeds were visually evaluated through a scale of percentile of grades (0 to 100%), and the dry matter of the plants was also evaluated. It was verified that the chemical control determined is a good alternative for the species ***A. philoxeroides***, ***E. anagallis*** and ***P. decumbens***. The herbicide mix could increase control efficiency. ***E. anagallis*** showed high sensitivity to herbicide action. However, the species ***A. philoxeroides*** and ***P. decumbens*** showed a high capacity to regenerate mainly when contact action herbicides were applied.

Key words: 2,4-D, diquat, imazapyr, glyphosate, weed.

INTRODUÇÃO

As plantas aquáticas podem colonizar os mais diferentes tipos de ambiente, e várias espécies podem suportar longos períodos de estiagem. Isso ocorre pelo fato de as plantas aquáticas apresentarem alta capacidade de adaptação e alta amplitude ecológica (Esteves, 1998). Plantas aquáticas que proliferam em reservatórios, rios e lagos podem provocar vários inconvenientes, como: acúmulo de lixo e sedimentos agrícolas, proliferação de vetores de doenças, obstrução de hidrovias, prejuízos ao turismo regional e à pesca, sendo, nesses casos, consideradas daninhas (Martins et al., 1999; Tanaka et al., 2002; Thomaz, 2002).

Príncipe et al. (1997) afirmam que um dos principais transtornos ocasionados pela incidência de plantas aquáticas em grande quantidade, notadamente em épocas de cheias, está relacionado com a redução da potência de cada unidade geradora de energia das usinas hidrelétricas, pois o acúmulo de detritos vegetais nas grades da tomada de água de uma unidade geradora impede que esta gere sua potência máxima, reduzindo assim a capacidade de produção de energia da usina. Os mesmos autores relatam que no período de 1990 a 1997 foram substituídas 757 unidades de grades de tomada de água da usina hidrelétrica de Jupiá (Estado de São Paulo), que apresentavam rompidas ou deformadas.

Em levantamento realizado no reservatório operado pela AES Tietê S.A. no município

de Barra Bonita/SP, foram identificadas 17 espécies de plantas aquáticas distribuídas em 11 famílias; dentre as espécies mais frequentes, destacam-se *Alternanthera philoxeroides* (Mart.) Griseb. e *Enhydra anagallis* Gardner (Carvalho et al., 2003).

A. philoxeroides é originária da América do Sul, pertencente à família Amaranthaceae, podendo ser encontrada desde o oeste dos Estados Unidos até a Argentina; ocorre também na África, na Índia, no sudeste da Ásia e na Austrália. É uma planta aquática emersa enraizada, infestante de várzeas úmidas e áreas alagadas, inicialmente a partir das margens, podendo parte do vegetal desprender-se e flutuar (Jain, 1975; Kissmann & Groth, 1997, 1999; Gunasekera & Bonila, 2001).

E. anagallis é pertencente à família Compositae e ocorre na Região Sul do Brasil, no Uruguai, no Paraguai e no nordeste da Argentina; na América do Sul ocorrem cerca de 10 espécies. É uma planta perene, infestante de áreas inundadas, podendo formar densa cobertura sobre a superfície da água.

A espécie *Pycreus decumbens* é infestante altamente agressiva em área com baixa lâmina de água, sendo mais comum a presença em reservatórios de pequeno porte, como represas e açudes. Pertencente à família Cyperaceae, é uma planta perene nativa do Brasil comum nos Estados de São Paulo e Paraná (Kissmann & Groth, 1997, 1999).

Essas espécies podem invadir represas rurais e diminuir a vida útil do reservatório, facilitando o acúmulo de material erodido e reduzindo a qualidade e a capacidade de armazenamento de água, bem como aumentar as perdas por transpiração (Pitelli, 1998).

Dentre as alternativas de manejo de plantas daninhas aquáticas, destaca-se o uso de herbicidas. Segundo Haller (1998), para o controle químico de plantas aquáticas nos Estados Unidos existem apenas seis herbicidas registrados: 2,4-D, diquat, cobre, endothall, fluridone e glyphosate. Contudo, no Brasil existem poucos estudos referentes ao controle químico dessas espécies, havendo, portanto, a necessidade de intensificar esforços nessa área, a fim de diminuir ou evitar os prejuízos causados por essas espécies em reservatórios de hidrelétricas e outros, além de identificar herbicidas eficientes no controle e seguros para os ambientes aquáticos.

Os herbicidas propanil e imazapyr destacam-se como alternativa, por demonstrarem elevado potencial para uso em ambientes aquáticos no controle de plantas daninhas (Kay, 1995; Martins et al., 1999; Carbonari et al., 2003, 2004). Vários estudos realizados por diferentes pesquisadores têm comprovado a eficiência do controle químico e a sua segurança sobre os organismos aquáticos através do uso de diversos herbicidas (Schultz & Gangstad, 1976; Langeland & Warner, 1986; Carpentier et al., 1988; Murphy & Barrett, 1990; Hofstra et al., 2001; Martins et al., 1999, 2002; Neves et al., 2002; Parsons et al., 2001).

As espécies do presente estudo possuem poucas informações sobre morfologia e biologia, bem como estudos de controle químico que possam auxiliar nas tomadas de decisão de manejo. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de diferentes herbicidas no controle químico de plantas de *A. philoxeroides*, *E. anagallis* e *P. decumbens* em caixa d'água.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado e conduzido no Núcleo de Pesquisas Avançadas em Matologia (NUPAM), pertencente ao Departamento de Produção Vegetal da Faculdade de Ciências Agronômicas/UNESP, campus de Botucatu-SP.

As plantas de *A. philoxeroides*, *E. anagallis* e *P. decumbens* foram coletadas em 27.06.2004 na várzea da Fazenda Edgardia, pertencente à Faculdade de Ciências Agronômicas/UNESP, campus de Botucatu-SP. Devido à alta capacidade de reprodução por meios vegetativos, foram retiradas mudas, as quais foram transplantadas para as caixas no mesmo dia da coleta. As plantas foram cultivadas em caixas plásticas de cor preta, com dimensões de 15 x 15 x 11 cm, contendo uma camada de 6 cm de solo como substrato.

Para *A. philoxeroides* foram colocadas duas mudas por vaso, enquanto para as espécies *E. anagallis* e *P. decumbens* colocaram-se três mudas por vaso. Foi mantida uma lâmina de água de 5 cm durante todo o período experimental. As características físicas do solo utilizado eram: 749, 52 e 199 g kg⁻¹ de areia, silte e argila, respectivamente. Já os resultados da análise química evidenciaram pH em CaCl₂ de 4,5; teor de matéria orgânica de 26,4 g dm⁻³; CTC de 53,0 e P de 4,3 mg dm⁻³; valores de 0,1, 12,7 e 1,5 mmol_c dm⁻³ para K, Ca e Mg, respectivamente; e saturação por bases de 27%.

Quando as plantas atingiram o seu pleno desenvolvimento (antes do florescimento), foram aplicados os seguintes herbicidas para as espécies *A. philoxeroides* e *E. anagallis*, aos 43 e 66 dias após o transplantio, respectivamente: 2,4-D amina (U-46 D FLUID 720) a 2.880 g e.a. ha⁻¹; diquat (REWARD 240) a 480 g i.a. ha⁻¹; imazapyr (ARSENAL 250) a 500 e 750 g e.a. ha⁻¹; glyphosate (RODEO 480) a 3.360 g e.a. ha⁻¹ com e sem o surfatante Aterbane BR (0,5% v v⁻¹); glyphosate + diquat (3.360 + 480 g i./e.a. ha⁻¹); glyphosate + 2,4-D (3.360 + 2.880 g e.a. ha⁻¹); e diquat + 2,4-D (480 + 2.880 g i./e.a. ha⁻¹); além de uma testemunha sem aplicação de herbicida. Para *P. decumbens* foram aplicados os seguintes herbicidas, aos 76 dias após o transplantio: 2,4-D amina (U-46 D FLUID 720) a 2.880 g e.a. ha⁻¹; diquat (REWARD 240) a 480 g i.a. ha⁻¹; propanil (STAM 480) a 2.880 g i.a. ha⁻¹; glyphosate (RODEO 480) a 3.360 g e.a. ha⁻¹ mais o surfatante Aterbane BR (0,5% v v⁻¹); glyphosate + propanil (3.360 + 2.880 g i./e.a. ha⁻¹); glyphosate + diquat (3.360 + 480 g i./e.a. ha⁻¹); glyphosate + 2,4-D (3.360 + 2.880 g e.a. ha⁻¹); propanil + 2,4-D (2.880 + 2.880 g i./e.a. ha⁻¹); e



diquat + 2,4-D (480 + 2.880 g i./e.a. ha⁻¹), além de uma testemunha sem aplicação de herbicida.

Os herbicidas foram aplicados com um pulverizador estacionário, pressurizado a ar comprimido e equipado com um reservatório de 2 litros. Utilizou-se um consumo de calda de 200 l ha⁻¹. A barra de aplicação estava equipada com quatro pontas de jato plano, Teejet XR11002VS, distanciados 50 cm entre si.

As condições de temperatura e umidade relativa do ar do laboratório no momento da aplicação dos herbicidas estão apresentadas na Tabela 1.

As avaliações de controle das plantas daninhas foram feitas de forma visual, através de uma escala de percentual de notas, em que 0 (zero) corresponde a nenhuma injúria demonstrada pela planta e 100 (cem) à morte das plantas (SBCPD, 1995). As avaliações de controle para as espécies *A. philoxeroides* e *E. anagallis* foram feitas aos 3, 7, 14, 21, 28 e 49 dias após aplicação dos herbicidas. Já para a espécie *P. decumbens* as avaliações de controle foram realizadas aos 3, 7, 14, 21, 28 e 42 dias após aplicação dos herbicidas. Os parâmetros utilizados para o estabelecimento das notas foram: inibição do crescimento, quantidade e uniformidade das injúrias, capacidade de rebrota das plantas, quantidade de plantas mortas e acúmulo de biomassa. Ao final do experimento foi avaliado o acúmulo de massa seca das plantas.

Os tratamentos foram dispostos em um delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro repetições, em casa de vegetação. Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e as médias dos tratamentos, comparadas pelo teste t ($p > 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados da porcentagem de controle de plantas de *A. philoxeroides* em diferentes períodos de avaliação, após a aplicação de herbicidas, e os valores de massa seca da parte aérea e das raízes.

Aos três dias após a aplicação dos herbicidas (DAA), observou-se que apenas os tratamentos com imazapyr e glyphosate com e sem adjuvante não apresentaram sintomas visuais de toxicidade, devido, talvez, ao modo de ação desses herbicidas sistêmicos, que necessitam de um período maior de tempo para proporcionar injúrias às plantas. A partir dos sete dias, todos os herbicidas já proporcionavam alguma injúria às plantas, e aos 21 DAA os tratamentos com imazapyr e o glyphosate sem adjuvante evidenciaram controle superior a 98,0%; as plantas iniciaram uma rebrota pouco vigorosa aos 28 DAA.

O aparecimento de injúrias proporcionado pelo herbicida diquat é rápido na presença de luz, pois ocorre no cloroplasto a redução do íon bipyridílio a radical bipyridílio, liberando no processo água oxigenada e promovendo, dessa forma, queimaduras severas nas folhas, evoluindo posteriormente para necrose (Rodrigues & Almeida, 1998; Nelson & Getsinger, 2000; Martins et al., 2002; Neves et al., 2002). Os tratamentos com diquat e glyphosate + diquat demonstraram controle acima de 90,0% a partir dos 7 DAA. Entretanto, nesse período ocorreu abscisão do terço superior do caule das plantas, o que pode ter prejudicado a translocação dos herbicidas, favorecendo assim a rebrota da planta a partir do terço inferior do caule aos 14 DAA e reduzindo o controle a zero aos 21 DAA em ambos os tratamentos. O 2,4-D, aplicado de forma isolada e em mistura com o

Tabela 1 - Horário da aplicação, umidade relativa e temperatura do ar durante a pulverização dos herbicidas nas espécies avaliadas. Botucatu-SP, 2004

Condição	<i>Alternanthera philoxeroides</i>		<i>Enhydra anagallis</i>		<i>Pycurus decumbens</i>	
	09/08/04		01/09/04		11/09/04	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Horário da aplicação	9h00	9h45	9h50	10h30	9h20	10h00
Umidade relativa do ar (%)	60	62	50	52	51	50
Temperatura do ar (°C)	20,2	20,3	23,5	23,6	24,7	24,5

Tabela 2 - Porcentagem de controle de *Alternanthera philoxeroides* em diferentes períodos de avaliação após a aplicação de herbicidas e acúmulo da massa seca na parte aérea e nas raízes. Botucatu-SP, 2004

Tratamento	Dose (g i/e.a. ha ⁻¹)	Dias após a aplicação						Massa seca (g)	
		3	7	14	21	28	49	Parte aérea	Raiz
1. Testemunha	-	-	-	-	-	-	-	2,060 a	1,275 a
2. 2,4-D	2.880	10,5 d	43,8 c	88,8 e	95,8 e	95,3 bc	71,3 c	1,185 c	0,695 b
3. diquat	480	58,8 b	95,8 a	95,8 bc	0,0 d	0,0 d	0,0 d	1,463 bc	0,460 b
4. imazapyr	500	0,0 e	28,8 de	94,5 c	98,3 b	93,8 c	0,0 d	1,308 b	0,603 b
5. imazapyr	750	0,0 e	26,3 e	91,3 de	99,0 ab	96,8 abc	0,0 d	1,270 b	0,585 b
6. glyphosate	3.360	0,0 e	33,8 cde	88,5 ab	99,3 ab	95,0 bc	75,0 bc	0,390 d	0,143 c
7. glyphosate+Aterbane BR (0,5% v v ⁻¹)	3.360	0,0 e	40,0 cd	97,8 ab	100,0 a	100,0 a	100,0 a	0,0 d	0,0 c
8. glyphosate + diquat	3.360+480	72,5 a	94,5 a	93,8 a	0,0 d	0,0 d	0,0 d	1,925 ab	0,620 b
9. glyphosate + 2,4-D	3.360+2.880	18,8 c	80,0 b	98,5 ab	99,0 ab	99,0 ab	91,3 ab	1,473 bc	0,488 b
10. diquat + 2,4-D	480 + 2.880	60,0 b	95,8 a	98,8 a	99,0 ab	99,0 ab	91,3 ab	1,363 b	0,658 b
Testemunha		141,428**	73,290**	1.007,123**	11.233,089**	968,670**	62,363**	11,968**	11,413**
CV (%)		22,6	15,1	2,2	1,3	4,4	27,1	29,1	36,6
d.m.s.		7,199	11,707	2,759	1,298	4,350	16,792	0,523	0,292

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste t ($p>0,05$).

** valor significativo pelo teste F ($p>0,01$).

glyphosate e o diquat, apresentou eficiência de controle da ordem de 95,8, 99,0 e 99,0%, respectivamente, aos 21 DAA. No entanto, as plantas apresentaram rebrotas através das gemas do caule que estavam imersos na água, aos 28 DAA. Esses resultados confirmam os obtidos por Gangstad et al. (1975).

Dentre os herbicidas avaliados, o glyphosate sem e com adjuvante apresentou média de redução da massa seca da parte aérea superior a 80%; para as raízes, os valores foram da ordem de 100%, aos 49 DAA. Em todos os tratamentos ocorreram maiores reduções da massa seca das raízes em relação à da parte aérea.

Na Tabela 3 estão apresentados os resultados de porcentagem de controle de *E. anagallis* em diferentes períodos de avaliação após a aplicação de herbicidas e os valores da massa seca da parte aérea e da raiz. Pode-se observar que apenas os tratamentos com imazapyr não mostraram sintomas visuais de controle aos 3 DAA, obtendo, portanto, controle satisfatório de 98,5%, independentemente da dose aplicada aos 49 DAA, e com reduções no acúmulo de massa seca da parte aérea e das raízes na ordem de 80,2 – 62,5% e 91,2 – 81,3%, respectivamente para as doses de 500 e 750 g e.a. ha⁻¹. Os herbicidas 2,4-D e diquat e a mistura de glyphosate + 2,4-D apresentaram eficiência de 100% a

partir dos 7 DAA, e a mistura de diquat + 2,4-D, somente a partir dos 14 DAA.

Os tratamentos com glyphosate sem e com a adição do adjuvante Aterbane evidenciaram controle superior a 90% aos 14 DAA, porém as plantas iniciaram rebrotas aos 21 DAA. Da mesma forma, as plantas tratadas com a mistura de glyphosate + diquat rebrotaram a partir dos 14 DAA. Essa ineficiência no controle pode ter ocorrido, talvez, devido à condição de crescimento das plantas; no momento da aplicação, partes imersas do vegetal ou protegidas por ramos maiores podem não ter recebido o produto. Outra hipótese pode estar relacionada a um possível efeito antagônico entre os herbicidas glyphosate e diquat no controle da espécie *E. anagallis*. Diversos pesquisadores, a exemplo de Martins et al. (1999, 2002), Neves et al. (2002) e Carbonari et al. (2004), também encontraram dificuldades no controle químico das plantas daninhas aquáticas *Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes*, *Panicum repens*, *Paspalum repens* e *Typha subulata* no que se refere à rebrota das plantas após alguns dias da aplicação dos herbicidas.

Podem-se verificar, na Tabela 4, os resultados de porcentagem de controle de *P. decumbens* em diferentes períodos de avaliação após a aplicação de herbicidas e os valores da massa seca da parte aérea e das raízes. As parcelas que receberam diquat,



propanil e as misturas de glyphosate + diquat e diquat + 2,4-D apresentaram evidências de rebrota aos 21 DAA e porcentagem de controle inferior a 70%.

As misturas de propanil + 2,4-D e glyphosate + propanil foram ineficientes no controle de *P. decumbens*, permitindo rebrotas das plantas a partir dos 28 e 42 DAA, respectivamente. Contudo, a mistura propanil + 2,4-D promoveu a redução da massa seca da parte aérea em cerca de 93,4% e das raízes em 87,9%.

O glyphosate mais o adjuvante Aterbane apresentou eficiência inferior a 35% aos 21 DAA, chegando a zero aos 42 DAA. Entretanto, o 2,4-D e a mistura de glyphosate + 2,4-D mostraram eficiência de 97,3 e 100% aos 42 DAA, respectivamente, evidenciando um possível sinergismo entre os dois herbicidas. Parsons et al. (2001) observaram que plantas de *Myriophyllum spicatum* tratadas com 2,4-D no lago Loon, em Washington (EUA), apresentaram redução da biomassa em torno de 98% aos 42 DAA; após um ano da aplicação

Tabela 3 - Porcentagem de controle de *Enhydra anagallis* em diferentes períodos de avaliação após a aplicação de herbicidas e acúmulo da massa seca na parte aérea e nas raízes. Botucatu-SP, 2004

Tratamento	Dose (g i/e.a. ha ⁻¹)	Dias após a aplicação						Massa seca (g)	
		3	7	14	21	28	49	Parte aérea	Raiz
1. Testemunha	-	-	-	-	-	-	-	9,000 a	2,620 a
2. 2,4-D	2.880	13,0 de	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	0,000 d	0,000 b
3. diquat	480	62,5 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	0,000 d	0,000 b
4. imazapyr	500	0,0 f	10,8 c	20,0 b	40,0 d	60,0 bc	98,5 a	1,778 bc	0,983 b
5. imazapyr	750	0,0 f	11,3 c	36,3 b	74,3 bc	71,3 abc	98,5 a	0,788 bcd	0,490 b
6. glyphosate	3.360	15,0 d	75,0 b	92,3 a	92,5 ab	90,0 ab	75,0 ab	0,808 bcd	0,250 b
7. glyphosate+Aterbane BR (0,5% v v ⁻¹)	3.360	10,0 e	76,3 b	90,0 a	89,5 abc	85,8 ab	25,0 cd	0,478 cd	0,128 b
8. glyphosate + diquat	3.360+480	49,3 b	97,5 a	96,3 a	72,5 c	50,0 c	50,0 bc	2,075 b	0,863 b
9. glyphosate + 2,4-D	3.360+2.880	21,3 c	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	0,000 d	0,000 b
10. diquat + 2,4-D	480 + 2.880	50,5 b	99,5 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	0,000 d	0,000 b
F _{testemunha}		463,736**	629,722**	41,711**	26,132**	9,288**	6,584**	25,065**	3,934**
CV (%)		9,8	5,0	16,4	16,8	27,9	38,7	73,4	155,0
d.m.s.		3,136	4,878	17,398	18,680	30,504	41,703	1,582	1,194

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste t ($p>0,05$).

** valor significativo pelo test F ($p>0,01$).

Tabela 4 - Porcentagem de controle de *Pycnus decumbens* em diferentes períodos de avaliação após a aplicação de herbicidas e acúmulo da massa seca na parte aérea e nas raízes. Botucatu-SP, 2004

Tratamento	Dose (g i/e.a. ha ⁻¹)	Dias após a aplicação						Massa seca (g)	
		3	7	14	21	28	49	Parte aérea	Raiz
1. Testemunha	-	-	-	-	-	-	-	4,838 a	3,135 a
2. 2,4-D	2.880	4,0 cd	78,8 a	91,3 a	93,8 a	95,0 a	97,3 a	0,808 d	0,490 de
3. diquat	480	15,0 a	52,5 b	51,3 c	41,3 cd	28,8 e	0,0 b	3,085 ab	2,625 ab
4. imazapyr	500	2,0 de	12,5 d	57,5 c	41,3 cd	37,5 e	0,0 b	2,495 bc	1,518 bcd
5. imazapyr	750	3,0 d	21,3 d	33,8 d	35,0 d	33,8 e	0,0 b	2,483 bc	1,150 cde
6. glyphosate	3.360	2,0 de	16,3 d	58,8 c	66,3 b	72,5 bc	21,3 b	1,508 cd	1,205 bcde
7. glyphosate+Aterbane BR (0,5% v v ⁻¹)	3.360	8,8 b	33,8 c	60,0 c	47,5 c	45,0 de	0,0 b	3,560 ab	1,945 bc
8. glyphosate + diquat	3.360+480	8,8 b	87,5 a	96,0 a	95,8 a	96,0 a	100,0 a	0,0 d	0,0 e
9. glyphosate + 2,4-D	3.360+2.880	12,5 a	82,5 a	98,5 a	97,0 a	84,8 ab	75,0 a	0,320 d	0,380 de
10. diquat + 2,4-D	480 + 2.880	6,3 bc	53,8 b	73,8 b	68,8 b	31,3 cd	0,0 b	2,430 bc	1,233 bcde
F _{testemunha}		31,304**	65,592**	75,165**	54,612**	26,771**	17,368**	9,032**	4,535**
CV (%)		28,3	17,9	11,3	14,6	22,1	70,9	47,2	71,3
d.m.s.		2,546	11,321	10,101	12,337	17,732	30,049	1,517	1,448

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste t ($p>0,05$).

** valor significativo pelo test F ($p>0,01$).

a redução da biomassa era de 87%. Os herbicidas 2,4-D e glyphosate promoveram controle completo da planta aquática *Colocasia esculenta* nas doses de 4.300 e 4.500 g e.a. ha⁻¹, respectivamente, aos 28 DAA. Já o herbicida diquat na dose de 4.200 g e.a. ha⁻¹ foi ineficiente, permitindo a rebrota da planta a partir dos 21 DAA (Nelson & Getsinger, 2000).

Com base nos resultados obtidos, verifica-se que o controle químico apresenta-se como uma excelente alternativa de manejo para as espécies *A. philoxeroides*, *E. anagallis* e *P. decumbens*; a mistura de herbicidas pode aumentar a eficiência no controle e evitar o surgimento de resistência a determinada molécula. *E. anagallis* mostrou alta suscetibilidade aos herbicidas aplicados. Entretanto, as espécies *A. philoxeroides* e *P. decumbens* evidenciaram alta capacidade de regeneração, principalmente quando se utilizaram herbicidas de ação de contato.

No entanto, apesar do grande potencial hídrico que o Brasil apresenta e dos prejuízos que essas espécies causam ao uso múltiplo da água, existem poucos estudos realizados no país. Assim, há necessidade de intensificar os estudos sobre a biologia, a morfoanatomia e ecologia dessas espécies, bem como de aumentar as opções de moléculas de herbicidas para uso em ambiente aquático e desenvolver novas técnicas de aplicação de herbicidas, de maneira a melhorar a eficiência e minimizar os efeitos sobre os outros organismos aquáticos; além disso, é preciso determinar o impacto da decomposição do material vegetal no corpo hídrico após ter sido submetido ao controle químico.

LITERATURA CITADA

- CARBONARI, C. A.; MARTINS, D.; TERRA, M. A. Controle de *Brachiaria subquadripara* e *Brachiaria mutica* através de diferentes herbicidas aplicados em pós-emergência. **Planta Daninha**, v. 21, p. 79-84, 2003. (Edição especial)
- CARBONARI, C. A. et al. Controle químico de *Panicum repens* e *Paspalum repens*. **Planta Daninha**, v. 22, n. 3, p. 453-460, 2004.
- CARPENTIER, A. G.; MACKENZIE, D. L.; FRANK, R. Residues and efficacy of two formulations of 2,4-D on aquatic macrophytes in Buckhorn lake, Ontario. **J. Aquatic Plant Manag.**, v. 26, p. 29-37, 1988.
- CARVALHO, F. T. et al. Plantas aquáticas e nível de infestação das espécies presentes no reservatório de Barra Bonita, no Tietê. **Planta Daninha**, v. 21, p. 15-19, 2003. (Edição especial)
- ESTEVEES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. 2.ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. 602 p.
- GANGSTAD, E. O.; SPENCER, N. R.; FORET, J. A. Towards integrated control of alligatorweed. **J. Aquatic Plant Manag.**, v. 13, p. 30-33, 1975.
- GUNASEKERA, L.; BONILA, J. Alligator weed: tasty vegetable in Australian backyards? **J. Aquatic Plant Manag.**, v. 39, p. 17-20, 2001.
- HALLER, W. T. Options for mechanical and chemical aquatic weed control. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21., 1998, Brasília-DF. **Resumos...** Brasília: 1998. p. 46-53.
- HOFSTRA, D. E.; CLAYTON, J. S.; GETSINGER, K. D. Evaluation of selected herbicides for the control of exotic submerged weeds in New Zealand: II. The effects of turbidity on diquat and endothall efficacy. **J. Aquatic Plant Manag.**, v. 39, p. 25-27, 2001.
- JAIN, S. C. Aquatic weeds and their management in India. **Hyacinth Control J.**, v. 13, p. 6-8, 1975.
- KAY, S. H. Efficacy of wipe-on applications of glyphosate and imazapyr on common reed in aquatic sites. **J. Aquatic Plant Manag.**, v. 33, p. 25-26, 1995.
- KISSMANN, K. G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. 2.ed. São Paulo: BASF, 1997. 825 p. Tomo I.
- KISSMANN, K. G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. 2.ed. São Paulo: BASF, 1999. 978 p. Tomo II.
- LANGELAND, K. A.; WARNER, J. P. Persistence of diquat, endothall and fluridone in ponds. **J. Aquatic Plant Manag.**, v. 24, p. 43-46, 1986.
- MARTINS, D. et al. Controle químico de plantas daninhas aquáticas em condições controladas-caixas d'água. **Planta Daninha**, v. 17, n. 2, p. 289-296, 1999.
- MARTINS, D. et al. Controle químico de *Pistia stratiotes*, *Eichhornia crassipes* e *Salvinia molesta* em caixas d'água. **Planta Daninha**, v. 20, p. 83-88, 2002. (Edição especial)
- MURPHY, K. J.; BARRETT, P. R. F. Chemical control of aquatic weeds. In: PIETERSE, A. H.; MURPHY, K. J. **Aquatic weeds: the ecology and management of nuisance aquatic vegetation**. Oxford: University Press, 1990. p. 136-173.
- NELSON, L. S.; GETSINGER, K. D. Herbicide evaluation for control of wild taro. **J. Aquatic Plant Manag.**, v. 38, p. 70-72, 2000.



NEVES, T.; FOLONI, L. L.; PITELLI, R. A. Controle químico do aguapé (*Eichhornia crassipes*). **Planta Daninha**, v. 20, p. 89-97, 2002. (Edição especial)

PARSONS, J. K. et al. The use 2,4-D for selective control of an early infestation of eurasian watermilfoil in Loon lake, Washington. **J. Aquatic Plant Manag.**, v. 39, p. 117-125, 2001.

PITELLI, R. A. Macrófitas aquáticas no Brasil, na condição de problemáticas. In: WORKSHOP DE CONTROLE DE PLANTAS AQUÁTICAS, 1998, Brasília. **Resumos...** Brasília: IBAMA, 1998. p. 12-15.

PRINCIPE, C. R.; KURATANI, H.; MELONI, M. L. B. Impactos da afluição de elódeas na operação e manutenção da usina hidroelétrica Eng. Souza Dias (Jupia)-CESP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21., 1997, Caxambu-MG. **Resumos...** Caxambu: SBCPD, 1997. p. 5-8.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 4.ed. Londrina, 1998. 648 p.

SCHULTZ, D. P.; GANGSTAD, E. O. Dissipation of residues of 2,4-D in water, hydrosoil and fish. **J. Aquatic Plant Manag.**, v. 14, p. 43-45, 1976.

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina: 1995. 42 p.

TANAKA, R. H. et al. Ocorrência de plantas aquáticas nos reservatórios da Companhia Energética de São Paulo. **Planta Daninha**, v. 20, p. 101-111, 2002. (Edição especial)

THOMAZ, S. M. Fatores ecológicos associados à colonização e ao desenvolvimento de macrófitas aquáticas e desafios de manejo. **Planta Daninha**, v. 20, p. 21-33, 2002. (Edição especial)