



Efeitos da radiação gama (^{60}Co) sobre o herbicida 2,4-D no controle de trapoeraba (*Commelina virginica.L*)

*Effects of gamma radiation (^{60}Co) on herbicide 2,4-D in control of dayflower (*Commelina virginica.L*)*

André Ricardo Machi¹, Luiz Ferrari², Aparecido Mendes³, Valter Arthur⁴

Resumo- O uso indiscriminado de herbicidas nas culturas tem causado diferentes casos de resistência de plantas daninhas no mundo e, além disso, prejuízos ao meio ambiente. Buscando melhorar a eficiência dos herbicidas e reduzir o número de aplicações, o objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos da radiação gama do Cobalto-60 sobre o herbicida 2,4-D, no controle de trapoeraba (*Commelina virginica.L*). Para o experimento, foram usadas 1 plântula por vaso contendo 3-4 folhas, com 3 repetições por tratamento. Para a irradiação, frascos contendo 40 mL do produto puro foram levados a um irradiador gama de Cobalto-60 tipo Gammacell-220, sob uma taxa de dose de 0.312 kGy/hora, e irradiados com as doses de: 0 (T_1) e (T_2), 250, 500, 750 e 1000 Gy. O herbicida 2,4-D, foi usado nas concentrações de 1,5L/ha⁻¹ durante todo o experimento, as observações foram feitas usando escalas de dano 0 a 100% para a porcentagem de controle, ao final do experimento foi avaliado o peso seco das amostras. A análise dos dados foi feita pelo programa estatístico S.A.S. e a verificação das médias através do Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade. Pelos resultados obtidos, pode-se concluir que a dose de 250 Gy induziu um efeito sinérgico levando a uma maior eficiência do herbicida 2,4-D no controle da trapoeraba. Pelos resultados obtidos, pode-se concluir que a dose de 250 Gy induziu um efeito sinérgico levando a uma maior eficiência do herbicida 2,4-D em 100% no controle da trapoeraba (*Commelina virginica.L*).

Palavras-chave: controle de plantas daninhas, irradiação de herbicidas, *Commelinaceae*

ABSTRACT- The indiscriminate use of herbicides in cultures has caused different cases of weed resistance in the world and too damage to the environment. Seeking to increase the efficiency of herbicides and reduce the number of applications, the aim of this study was to evaluate the effect of gamma radiation on herbicide 2,4-D on the control of weed dayflower (*Commelina virginica.L*). For the study, was used one seedling per pot in 6 treatments with 3 replications, totaling 24 seedlings. To irradiation, bottles containing 40 mL of pure product were taken to a gamma irradiator of Cobalt-60 type Gammacell-220, under a dose rate of 0.312 kGy / hour, and irradiated with doses of: 0 (C_1) and (C_2), 250, 500, 750 and 1000 Gy. The herbicide 2,4-D was used in the concentrations of 1.5 L/ha-1 during the experiment, the observations were made using scales from 0 to 100% damage to the percentage of control at the end of experiment also evaluated the dry weight of the samples. Data analysis was performed by S.A.S. statistical program and verified means by Tukey test at 5% probability. The results showed that the dose of 250 Gy induced a synergistic effect increased the efficiency of the herbicide 2,4D in 100% of control on dayflower (*Commelina virginica.L*).

Key Words: weed control, irradiation of herbicides, *Commelinaceae*

*Autor para correspondência

Recebido em 21/08/2013 e aceito em 25/08/2014

¹Biólogo, Mestrando em ciências do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN/USP. São Paulo – SP. E-mail: rica_machi@hotmail.com

²Técnico agrícola, Luiz Ferrari, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”- ESALQ/USP. Piracicaba – SP. E-mail: aparecido_mendes@yahoo.com.br

³Técnico agrícola, Aparecido Mendes, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”- ESALQ/USP. Piracicaba – SP. E-mail: aparecido_mendes@yahoo.com.br

⁴Professor Dr. Valter Arthur. Centro de Energia Nuclear na Agricultura - CENA/USP. Piracicaba – SP. E-mail: arthur@cena.usp.br

INTRODUÇÃO

Um dos grandes desafios para a agricultura moderna é controlar pragas e plantas daninhas, minimizando as consequências adversas para o meio ambiente, em particular no meio agrícola reduzindo o uso e o número de aplicações dos inseticidas e herbicidas através do aumento da sua eficiência (Cunha et al. 2010; Nuyttens et al. 2006; Tsai et al. 2005).

O ácido diclorofenoxiacético (2,4-D) foi produzido durante o período da segunda Guerra Mundial (1939-1945), sendo também utilizado na guerra do Vietnã (1954-1975), e, juntamente com o herbicida 2,4,5-T, um composto conhecido como agente laranja, que era utilizado como desfolhante das florestas Vietnamitas (Branco, 1991).

Desde então o 2,4-D vem sendo utilizado no controle seletivo de plantas daninhas, sendo um dos herbicidas mais usados em culturas de folhas estreitas como a cana de açúcar, citros, café, abóbora e outras e em diferentes épocas (Andrei, 2005, Pereira et al. 2012).

Embora, em determinadas condições, seja muito tóxico para as culturas, o 2,4-D é uma auxina sintética que atua provocando distúrbios diversos como (crescimento anormal de tecidos, obstrução do floema, morte do sistema radicular, epinastia das folhas, etc.), os quais levam as plantas que são sensíveis, à morte (Rodrigues e Almeida, 1998; Oliveira Júnior et al. 2007; Fu et al. 2009).

Uma das espécies de plantas daninhas em que mais se utilizam o 2,4-D pertence à família *Commelinaceae* que apresenta entre 40 e 50 gêneros, com cerca de 700 espécies no mundo. São plantas herbáceas, semi-eretas, cespitosas, procumbentes a decumbentes, ramificadas, com caule alongado e articulado, que apresenta inflorescências agrupadas ou solitárias, protegidas por brácteas espatáceas e opostas às folhas superiores do ramo (Barreto, 1997; Vargas e Roman, 2005).

As espécies brasileiras concentram-se em quatro gêneros; destes, o *Commelina* é o mais importante, e, de ampla distribuição no Brasil, sendo conhecido pelo nome comum de trapoeraba (*Commelina virginica*.L) (Kissmann, 1997, Rocha et al. 2009). Segundo o autor, essas plantas daninhas são de grande importância, pois em áreas com suficiente umidade e temperatura, os pedaços de ramos deixados nos solos suportam situações de baixa luminosidade por longos períodos até o aparecimento de condições ótimas para seu brotamento.

As atividades agrônômicas, em geral, proporcionam efeitos no meio ambiente em razão das práticas culturais. Assim, plantas tolerantes ou resistentes multiplicam-se rapidamente, devido à pressão de seleção causada por aplicações repetitivas de herbicidas com o mesmo mecanismo de ação (Dias et al. 2009).

Sete destas espécies foram encontradas no Reino Unido com resistência ao herbicida atrazina: *Chenopodium album*, *Epilobium ciliatum*, *Erigeron canadensis*, *Matricaria matricarioides*, *Poa annua*, *Senecio vulgaris* e *Solanum nigrum* (Clay, 1989). No Brasil,

os relatos de resistência de plantas daninhas aos herbicidas ainda é pouco estudado.

Devido ao problema de resistência das plantas daninhas aos herbicidas, o uso da radiação gama é um método alternativo que não deixa resíduos e não causa resistência após sua aplicação. Já é usado com sucesso em diversos países, e, em outros segmentos como em tratamento de efluentes, degradação de pesticidas, descontaminação de água e solo, conservação de alimentos, controle de pragas, entre outros (Hiluey, 2005; Arthur, 2007; Cantinha, 2008; Pestana, 2010).

Quando se irradia o herbicida e adiciona-se água para sua aplicação, a primeira consequência da radiação gama na água é a formação de espécies excitadas, que por sua vez se decompõem em espécies reativas. Essas formam moléculas reativas que interagem entre si podendo ou não formar outros compostos através de radicais como íons, elétrons aquosos, átomos de hidrogênios, produtos moleculares e gasosos podendo assim prolongar seus efeitos ou modificar os compostos presentes no herbicida (Campos, 2004).

O objetivo desse trabalho foi avaliar a eficiência do herbicida 2,4-D irradiado com radiação gama, sobre a planta daninha *Commelina virginica*.L. (Traçoeraba).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP no departamento de Produção vegetal em Piracicaba-SP e no Centro de Energia Nuclear na Agricultura – CENA/USP no Departamento de Radiobiologia e Ambiente em Piracicaba-SP. Para o estudo, plântulas de *Commelina virginica*.L (Traçoeraba) foram coletadas em área experimental da ESALQ/USP sem histórico de aplicações de herbicidas.

Primeiramente, foram coletadas plântulas de traçoeraba e imediatamente transferidas em vasos contendo terra comum como substrato, foi usada 1 plântula por vaso em 6 tratamentos com 3 repetições, totalizando 24 plântulas durante todo o experimento.

Etapa de irradiação

Para a irradiação, frascos contendo 40 mL do produto puro foram levados a um irradiador gama de Cobalto-60 tipo Gammacell-220, sob uma taxa de dose de 0.312 kGy/hora localizado no CENA/USP. O herbicida 2,4-D (Dow Agrosciences), foi usado nas concentrações de 1,5 L/ha⁻¹ durante todo o experimento.

As doses de radiações foram: 250, 500, 750 e 1000 Gy, com exceção dos tratamentos (T1- Testemunha + água) onde o controle foi sem a aplicação da radiação e do Herbicida e (T2- Testemunha + 2,4-D) na qual o controle foi feito apenas com uso do Herbicida e sem o processo de radiação, sendo essas amostras usadas como testemunha, em seguida foram irradiados T3- 2,4-D + 250Gy, T4- 2,4-D + 500Gy, T5- 2,4-D + 750Gy, e T6- 2,4-D + 1000Gy.

Aplicação do herbicida 2,4-D após a irradiação

Cada vaso foi pulverizado em câmara de aplicação fechada, pressurizada por ar comprimido, com pressão de 40 libras/polegadas² utilizando-se um bico do tipo leque (Teejet 80.02) e vazão de 200L/ha, em uma altura de 0,50 m da superfície do alvo e com uma dose equivalente a 1,5 L/ha⁻¹, quando as plântulas atingiram o estágio fenológico de 3 ou 4 folhas/plântula.

Após a aplicação, os vasos foram mantidos em condições ambientes em casa de vegetação em área sem irrigação, por um período de 24 horas para assegurar uma adequada absorção foliar do 2,4-D. Posteriormente a esses períodos os vasos contendo as plantas foram mantidos na mesma casa de vegetação com irrigação automatizada por aspersão.

Avaliação da planta daninha

Para as avaliações, utilizou-se uma escala de dano com variações de 0 à 100% onde zero significa que não houve nenhum dano na planta e cem a morte da planta avaliada.

A partir do oitavo dia após da aplicação do herbicida foi avaliado a porcentagem de controle sobre a planta daninha e a seu peso seco, A análise dos dados foi feita pelo Programa estatístico S.A.S. e a verificação das médias através do Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelos resultados da Tabela 1 podemos observar que o comportamento das plantas daninhas, frente aos herbicidas irradiados e não irradiados, todos os tratamentos com irradiação apresentaram diferenças significativas em relação à testemunha com água (T1). A dose de 250 Gy foi a que melhor resultado apresentou isso porque atingiu 100% de controle das plantas, apesar de não apresentar diferença significativa entre os tratamentos com irradiação, essa dose de 250 Gy numericamente foi a que induziu um efeito sinérgico consequentemente estimulou uma maior eficiência do herbicida no controle das plantas.

Tabela 1. Porcentagem de controle de 2,4-D em Trapoeraba

Doses	% controle ± DP
T1 – (Testemunha)	0,0 ± 0,0 ^a
T2- 2,4-D (Testemunha)	98,7 ± 2,5 ^b
T3- 2,4-D + 250 Gy	100 ± 0,0 ^b
T4- 2,4-D + 500 Gy	96,2 ± 4,7 ^b
T5- 2,4-D + 750 Gy	96,2 ± 2,5 ^b
T6- 2,4-D + 1000 Gy	98,7 ± 2,5 ^b

*Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey

*T1- Testemunha + água

*T2- Testemunha + 2,4-D sem irradiação

Os percentuais de danos nas plantas foram acima de 95% de controle para todos os tratamentos com exceção da testemunha só com aplicação de água.

Ramos e Durigan (1996) utilizaram uma mistura entre dois herbicidas (glyphosate e 2,4-D) no controle da trapoeraba *Commelina virginica* em citros, houve uma melhor eficiência no controle das plantas do que quando aplicados isoladamente, porém outros autores revelaram um antagonismo entre esses dois herbicidas e mesmo assim a eficiência de controle não chegou a 100% (Costa et al. 2011).

Outros trabalhos com espécies diferentes de trapoeraba como em *Commelina benghalensis*, o herbicida 2,4-D

proporcionou um controle de 91% sobre a planta daninha (Santos et al. 2002).

A eficiência dos herbicidas irradiados no controle da trapoeraba também foi observada pelo peso seco das amostras, a fim de verificar se os resultados obtidos no controle foi proporcional aos resultados de peso seco das plantas.

Os dados de peso seco analisados no final do experimento apresentaram os menores valores nas doses irradiadas em relação às duas testemunhas (Tabela 2). O melhor resultado de eficiência do herbicida 2,4-D por *Commelina virginica*.L foi obtido na dose mais baixa de 250 Gy em relação as testemunhas.

Tabela 2. Amostras de peso seco de Trapoeraba (*Commelina virginica*.L)

Doses	Peso seco (g) ± DP
T1 – (Testemunha)	0,74 ± 0,12 ^a
T2- 2,4-D (Testemunha)	0,46 ± 0,25 ^b
T3- 2,4-D + 250 Gy	0,29 ± 0,10 ^{cd}
T4- 2,4-D + 500 Gy	0,36 ± 0,22 ^d
T5- 2,4-D + 750 Gy	0,33 ± 0,16 ^d
T6- 2,4-D + 1000 Gy	0,43 ± 0,33 ^b

*Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey

*T1- Testemunha + água

*T2- Testemunha + 2,4-D sem irradiação

O aumento da eficácia do 2,4-D irradiado em todas as doses de radiação gama, foram mais eficientes na diminuição dos valores de peso seco das plantas em relação as testemunhas.

Os níveis de peso seco foram proporcionais aos níveis de controle visuais, esses resultados são semelhantes aos de Costa et al. (2011) quando trabalharam com plantas daninhas *C. diffusa* e concluíram que a massa seca corresponde aos níveis de porcentagem de controle, quando aplicou-se 2,4-D.

CONCLUSÃO

Pelos resultados obtidos, pode-se concluir que a dose de 250 Gy induziu um efeito sinérgico levando a uma maior eficiência do herbicida 2,4-D no controle da trapoeraba (*Commelina virginica*.L).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDREI, E. Compêndio de defensivos agrícolas. 7. ed. São Paulo: Rev. Atual, 2005. 1141p.
- ARTHUR, V. Controle de insetos-praga por radiações ionizantes. **Biológico**, São Paulo, v.59,n.1,p77-79,1997.
- PEREIRA, A.M.; SILVA, G.D.; ALMEIDA, R. R.P.; SILVA, A.B.; QUEIROGA, R.C.F. Frutificação de abóbora Tetsukabuto sobe aplicação de doses de 2,4-D na época seca em Pombal-PB. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 4, p. 38-43, out-dez, 2012.
- BARRETO, R. C. Levantamento das espécies de Commelinaceae R.Br. nativas do Brasil. São Paulo: São Paulo: Universidade de São Paulo, 1997. 490 p. Tese Doutorado
- BRANCO, S. M., Natureza e agroquímicos, São Paulo: Moderna, 1991. 56 p.
- CAMPOS, S. X. DE ; SANCHES, S. M; FALONE, S. Z.; VIEIRA, E. M. Influência da taxa de dose na degradação do herbicida ácido diclorofenóxiacético (2,4-d) por meio da radiação gama do cobalto-60. **Eclética Química**, V. 29, n.1 p41-46, 2004.
- CANTINHA, R.S. Influência da radiação gama de alta taxa de dose na sobrevivência e reprodução de *Biomphalaria glabrata*. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2008. 57 p. Dissertação.
- COSTA, N.V.. Martins, D., Costa, A.C.P.R., Cardoso, L.A. Eficácia do glyphosate e 2,4-d no controle de espécies de trapoerabas (*Commelina* spp.). **Journal of Biosciences**, v. 27, n. 5, p. 718-728, 2011.
- CUNHA, J. P. A. R.. Silva, L. L., Boller, W., Rodrigues, J. F. Aplicação aérea e terrestre de fungicida para o controle de doenças do milho. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 03, p. 366-372, 2010.
- CLAY, D.V. New development in triazine and paraquat resistance and co-resistance in weed species in England. In: Brighton Crop Protection Conference - **Weeds Proceedings...** Brighton, 1989. p.317-324.
- DIAS, A. C. R.; CARVALHO, S.J.P.; BRANCALION, P.H.S.; NOVENBRE, A.D.L.C.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Germinação de sementes aéreas pequenas de trapoeraba (*Commelina benghalensis*). **Planta daninha**, Viçosa, MG, v. 27, p. 931-939, 2009 (Número Especial).
- FU, F.F., XIAO, L.X., WANG, W., XU, X.Q., XU, L.J., QI, G.M., CHEN, G.N. Study on the degradation of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) and 2-methyl-4-chlorophenoxyacetic sodium (MCPA sodium) in natural agriculture soils of Fuzhou, China using capillary electrophoresis. **Science of the Total Environment** v. 6, n. 407, p. 1998-2003, 2009.
- GONÇALVES, A. H; SILVA, J. B; LUNKES, J. A. Controle da tiririca (*Cyperus rotundus*) e efeito residual sobre a cultura do feijão do herbicida imazapyr. **Planta Daninha**, v. 19, n. 3, p. 435-443, 2001.
- HILUEY, L.J.; GOMES, J.P.; ALMEIDA, F. de A.C.; SILVA, M.S.; ALEXANDRE, H.V. Avaliação do rendimento do fruto, cor da casca e polpa de manga tipo espada sob atmosfera modificada. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.7, p.151-157, 2005.
- KISSMANN, K. G. Plantas infestantes e nocivas. 2.ed. São Paulo: BASF Brasileira, 1997. T.1. 825 p.
- LAW, S. E. Agricultural electrostatic spray application: a review of significant research and development during de 20th century. Athens: University of Georgia, 2001. 42p.
- NUYTTENS, D., De Schamphelleire, M., Steurbaut, W., Baetens, K., Verboven, P. Nicolai, B., RAMON, H., SONCK, B. Experimental study of factors influencing the risk of drift from field sprayers: part 1: meteorological conditions. **Aspects of Applied Biology**, v.77, n. 01, p. 01-08, 2006.
- OLIVEIRA JÚNIOR, R.S., CONSTANTIN, J.; BRANDÃO FILHO, J. U. T.; CALLEGARI, O.; PAGLIARI, P. H.; CAVALIERI, S.D.; FRAMESQUI, V.P.; CARREIRA, S. A. M.; ROSO, A. C. Efeito de subdoses de 2,4-D na produtividade de uva Itália e suscetibilidade da cultura em função de seu estágio de desenvolvimento **Revista Engenharia Agrícola**, v. 27, n. 1, p. 35-40, 2007.

- PESTANA, Rosa Karla Nogueira et al . Irradiação gama para mutagênese in vitro em bananeira 'Terra Maranhão'. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 45, n. 11, Nov. 2010 .
- RAMOS, H. H.; DURIGAN, J. C. Avaliação da eficiência da mistura pronta de glyphosate + 2,4-D no controle da Commelina virginica L. em citros. **Planta Daninha**, v. 14, n. 1, p. 33-41, 1996.
- RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. Guia de herbicidas. Londrina: 1998. 648 p.
- ROCHA, D. C.; RODELLA, R. A.; MARINO, C. L.; MARTINS, D. Genetic variability among commelina weed species from the states of Paraná and São Paulo, Brazil. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 421-427, 2009.
- SANTOS, I. C.; FERREIRA, F. A.; SILVA, A. A.; MIRANDA, G. V.; SANTOS, L. D. T. Eficiência do 2,4-D aplicado isoladamente e em mistura com glyphosate no controle da trapoeraba. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 20, n. 2, p. 299-309, Abril-Junho, 2002.
- TSAI, M., ELGETHUN, K., RAMAPRASAD, J. YOST, M. G. , FELSOT, A. S., HEBERT, V.R., FENSKE, R. A. The Washington aerial spray drift study: modeling pesticide spray drift deposition from an aerial application. **Atmospheric Environment**, v.39, n. 33, p. 6194-6203, 2005.
- VARGAS, L.; ROMAN, E.S. Seletividade e eficiência de herbicidas em cereais de inverno. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.3, n.1, p.1-10, 2005