

EFEITO DE SUBDOSES DE 2,4-D NA PRODUTIVIDADE DE UVA ITÁLIA E SUSCETIBILIDADE DA CULTURA EM FUNÇÃO DE SEU ESTÁDIO DE DESENVOLVIMENTO¹

RUBENS S. DE OLIVEIRA JÚNIOR², JAMIL CONSTANTIN², JOSÉ U. T. BRANDÃO FILHO², OSNI CALLEGARI³, PAULO H. PAGLIARI⁴, SIDNEI D. CAVALIERI⁴, VAGNER P. FRAMESQUI⁴, SÍLVIO A. M. CARREIRA⁴, ANA C. ROSO⁴

RESUMO: Durante os anos agrícolas de 2002-2003 e 2003-2004 foram conduzidos trabalhos no município de Maringá - PR, com o objetivo de avaliar o dano potencial de subdoses de 2,4-D sobre plantas de uva, imitando depósitos decorrentes de deriva. No primeiro experimento, a aplicação foi realizada cerca de 30 dias após a poda de inverno, num pomar de uva Itália. As doses utilizadas foram de 6,72; 13,44; 26,88; 53,76 e 107,52 g de equivalente ácido (e.a.) por hectare de 2,4-D, equivalentes a depósitos de 1,0%; 2,0%; 4,0%; 8,0% e 16,0%, assumindo-se uma aplicação de 1 L ha⁻¹ (670 g e.a. ha⁻¹). Nessa data, as plantas encontravam-se na fase de emissão de cachos e florescimento (estádio 15). O surgimento de sintomas visuais de fitointoxicação foi imediato e proporcional às doses aplicadas. A produtividade da cultura foi afetada por todas as doses aplicadas nesse estágio de crescimento. No entanto, mesmo com as injúrias severas registradas na dose mais alta, as plantas afetadas se recuperaram após duas podas para as condições de manejo regionais (duas safras por ano). No segundo experimento, foram aplicadas doses equivalentes a derivas de 1,0 e 2,0% (6,72 e 13,44 g e.a. ha⁻¹) em três estádios do ciclo de desenvolvimento. A aplicação de doses ≤ 13,44 g e.a. ha⁻¹ (2,0% de deriva simulada) a partir do estágio de “meia-baga”, não causou repercussões negativas em termos de injúrias visuais e produtividade.

PALAVRAS-CHAVE: *Vitis vinifera*, herbicidas fenólicos, subdoses.

EFFECT OF SUB-LETHAL DOSAGES OF 2,4-D ON GRAPE YIELD AND CROP SUSCEPTIBILITY AS A FUNCTION OF ITS DEVELOPMENT STAGE

ABSTRACT: Field experiments were carried out in Maringá - PR, Brazil, during 2002/2003 and 2003/2004, with the purpose of evaluating the potential damage of sublethal rates of 2,4-D on grapeyard, simulating drift events. For the first trial, application of 2,4-D was accomplished 30 days after winter pruning of a grapeyard of cv. Italia. Rates were 6.72; 13.44; 26.88; 53.76 and 107.52 g of acid equivalent (a.e.) per hectare of 2,4-D, equivalent to simulated deposits of 1.0%; 2.0%; 4.0%; 8.0% and 16.0% assuming a commercial application of 1 L ha⁻¹ (670 g a.e. ha⁻¹). At this point of crop cycle, plants were at stage 15 (bunch formation/flowering). Visual phytotoxicity symptoms were immediate and proportional to applied rates. Crop yield was affected by all rates within this range. Nevertheless, even with severe injuries observed at highest rates, plants were able to recover after two pruning for the usual regional management (two harvests per year). For the second trial, rates equivalent to drifts of 1.0 and 2.0% (6.72 and 13.44 g a.e. ha⁻¹) were applied at three stages of crop cycle. After reaching the stage of 50% development of bunches, rates ≤ 13.44 g e.a. ha⁻¹ (up to 2.0% simulated drift) of 2,4-D had no negative effect on crop yield or plant development.

KEYWORDS: *Vitis vinifera*, phenoxy herbicides, sublethal rates.

¹ Trabalho apresentado na forma de pôster no IV International Weed Science Congress (Durban, África do Sul -20 a 24-6-2004).

² Eng^o Agrônomo, Prof. Adjunto, Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá - PR, Fone (0XX44) 3261.4407, rsojunior@uem.br. Bolsista do CNPq.

³ Eng^o Agrônomo, Departamento de Agronomia da UEM. Bolsista do CNPq.

⁴ Graduando em Agronomia, área de Ciência das Plantas Daninhas da UEM, Maringá - PR. Bolsista do CNPq.

Recebido pelo Conselho Editorial em: 3-3-2005

Aprovado pelo Conselho Editorial em: 10-7-2006

INTRODUÇÃO

No Paraná, a região de Marialva constitui-se num dos pólos mais importantes de produção de uva de mesa do Estado. Assim, como ocorre também com outros pólos produtores de uva no Estado, o município encontra-se inserido dentro de uma região tipicamente de produção de grãos. Como a maioria das áreas adota a semeadura direta como método de implantação das culturas, usa-se intensivamente herbicidas para a preparação das áreas de plantio. Pela sua eficácia no controle de espécies de folhas largas, principalmente em espécies para as quais o glyphosate não é completamente efetivo, e pela sua relação custo-benefício, o 2,4-D constitui-se num dos herbicidas mais utilizados com essa finalidade.

A proximidade das áreas dessecadas de semeadura direta e as áreas de cultivo de uva têm suscitado reclamações a respeito de problemas de fitointoxicação decorrentes de deriva ocorrida após aplicações de herbicidas. No entanto, pouco tem sido feito para correlacionar a intensidade de níveis de deriva de 2,4-D às efetivas perdas quantitativas e qualitativas ocasionadas na produção. Tampouco se sabe a respeito dos efeitos que um herbicida sistêmico como o 2,4-D pode ocasionar a médio prazo, isto é, no novo crescimento da parte aérea das plantas após a poda.

Dessa forma, faltam subsídios para avaliar se os eventuais danos causados pela ocorrência de deriva na cultura restringem-se à colheita realizada imediatamente após a ocorrência da deriva ou à produtividade de safras posteriores.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes subdoses de 2,4-D na produtividade de um pomar de uva Itália, bem como verificar se a suscetibilidade da cultura varia conforme seu estágio de desenvolvimento durante a aplicação dessas doses.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização dos experimentos, foi utilizado um pomar de uva Itália, em franca produção, localizado no município de Maringá - PR. Nesse pomar, as plantas encontravam-se em estágio de vigor e desenvolvimento uniformes, plantadas em espaçamento de 8 m entre plantas e 3 m entre linhas. Nas condições regionais, são realizadas duas podas anuais, uma no verão e outra no inverno.

No primeiro experimento, realizado no período de 2002-2003, foram realizadas aplicações de 2,4-D em 31-10-2002, 30 dias após a poda de inverno, nas doses de 6,72; 13,44; 26,88; 53,76 e 107,52 g de equivalente ácido (e.a.) por hectare, equivalentes a níveis de deriva simulada da ordem de 1,0; 2,0; 4,0; 8,0 e 16,0% de uma dose de 1 L ha⁻¹ das formulações comerciais mais utilizadas de 2,4-D (670 g e.a. L⁻¹). Nessa ocasião, as plantas de uva encontravam-se no estágio 15, ou seja, alongamento da inflorescência/flores agrupadas, segundo a escala de Eichhorn-Lorenz (COOMBE, 1995) (fase de emissão de cachos e florescimento, com ramos de aproximadamente 1,0 m de comprimento, em média). Todas as aplicações foram realizadas sob estufa plástica móvel, com a finalidade de prevenir completamente a ocorrência de deriva para as parcelas vizinhas.

As pulverizações foram realizadas com pulverizador costal pressurizado (CO₂), à pressão de 276 kPa, utilizando pontas de jato plano tipo XR 11002, aplicando-se o volume de calda de 180 L ha⁻¹. As condições na aplicação foram de 55 a 82% de umidade relativa e temperatura entre 23 e 28 °C. Todas as aplicações foram realizadas acrescentando-se Agral a 0,1% v/v. Para a avaliação dos efeitos dos tratamentos sobre o desenvolvimento da cultura, foram realizadas avaliações visuais de fitointoxicação regularmente até a colheita, durante fevereiro de 2003. Na colheita, foi avaliado o efeito dos tratamentos sobre a produtividade da cultura, realizando-se a colheita e a pesagem escalonada de cada parcela, à medida que os cachos eram considerados adequados para fins de comercialização. Foram acompanhados, ainda, os efeitos dos tratamentos sobre a uva em duas safras consecutivas após a colheita realizada imediatamente depois da aplicação dos tratamentos.

Foram coletadas amostras de cachos de aproximadamente 2 kg por parcela experimental para análise de resíduos. Após a coleta e até o processamento em laboratório, as amostras foram conservadas em freezer (-16 °C). Foram utilizados 10 g de amostra previamente moída e homogeneizada em frasco Schott de extração. Adicionaram-se 50 mL de extrator metanol alcalino (Metanol/NaOH 20%), passando, a seguir, as amostras no polytron por 30 segundos. As amostras foram agitadas por 2 horas e centrifugadas por 5 minutos a 2.500 rpm. Pipetou-se uma alíquota de 10 mL da solução, a qual foi evaporada por aproximadamente 90 minutos no turboevaporador a 35 °C. Adicionaram-se 10 mL de água deionizada, 4 g de cloreto de sódio e 2 mL de ácido sulfúrico 6 mol L⁻¹. A partição foi realizada em 10 mL de éter etílico, seguindo-se de agitação vigorosa.

As amostras foram então centrifugadas por 3 minutos a 900 rpm. A fase éter foi recolhida em tubos de centrifuga e evaporada a 35 °C. Adicionaram-se 3 mL de metanol aos tubos, os quais foram colocados no ultra-som por 10 segundos. Colunas de alumina foram preparadas com 5 mL de metanol, carregando-as posteriormente com o extrato, o qual foi eluído com ácido sulfúrico (1 mol m⁻³). O eluto foi recolhido em tubo de centrífuga, acrescentando a este 4 g de cloreto de sódio e 10 mL de éter etílico, agitado vigorosamente e centrifugado por 3 minutos a 900 rpm. O éter foi transferido para outro tubo e evaporado novamente. Adicionou-se 0,5 mL de ácido sulfúrico 1 mol m⁻³ em n-propanol, levando os tubos novamente ao ultra-som e depois ao bloco aquecedor por 30 minutos a 100 °C. Após a retirada do bloco, as amostras receberam 2 mL de água deionizada e 2 mL de solução do padrão interno (0,2 µg mL⁻¹ picloram P.E. em hexano). As amostras foram novamente centrifugadas como anteriormente e 4 µL da amostra foram injetados no cromatógrafo de fase gasosa modelo HP 5890 equipado com detector seletivo de massa (GC/MSD). As condições de funcionamento do cromatógrafo foram as seguintes: temperatura inicial de 70 °C, com elevação de 20 °C min⁻¹ até 300 °C por 4 minutos; detector: 280 °C; injetor: 270 °C; tempo de análise: 16,5 minutos. Para a uva, esse método resultou num limite de detecção de 0,010 mg kg⁻¹, com recuperação média de 85±7% do herbicida na validação do método analítico. As análises de resíduos foram realizadas apenas para o primeiro experimento.

No segundo ano, safra de 2003-2004, aplicaram-se apenas duas doses do 2,4-D (6,72 e 13,44 g e.a. ha⁻¹, equivalentes a derivas simuladas de 1,0 e 2,0%), em três fases distintas de desenvolvimento da cultura, após o estágio conhecido como “meia-baga” (estádios 33; 35 e 36-38, segundo a escala de Eichhorn-Lorenz), seguindo-se os mesmos procedimentos adotados para o primeiro experimento na aplicação dos tratamentos, avaliação dos sintomas e da produtividade. As datas das aplicações e as condições de temperatura e umidade relativa do ar no momento da aplicação foram, respectivamente: aplicação no estágio 33: 10-10-2003, T = 24 °C, UR = 70%; aplicação no estágio 35: 30-10-2003, T = 26 °C, UR = 63%; aplicação no estágio 36-38: 20-11-2003, T = 21 °C, UR = 77%.

Em ambos os experimentos, foi adotado o delineamento em blocos casualizados, com seis repetições para o primeiro experimento e quatro para o segundo experimento, utilizando-se do sistema de testemunhas duplas (CONSTANTIN et al., 2001; FAGLIARI et al., 2001; MESCHÉDE et al., 2004). Cada parcela experimental foi constituída por uma planta (24 m²). Para efeito de avaliação da produtividade, colheram-se todos os cachos provenientes de cada parcela. As comparações restringiram-se à comparação entre as parcelas tratadas e suas respectivas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No primeiro experimento, o surgimento de sintomas visuais de fitointoxicação foi imediato e proporcional às subdoses aplicadas. Vinte e quatro horas após a aplicação das subdoses de 2,4-D, tais sintomas já eram evidentes em muitas plantas e caracterizavam-se principalmente pelo alongamento das gavinhas, epinastia das folhas e deformações de ramos jovens e de folhas. Tais sintomas foram predominantemente evidenciados nas partes novas em crescimento (folhas e ramos verdes). À medida que as subdoses e a severidade dos sintomas aumentavam, a fitointoxicação observada progrediu para necrose e queda de folhas, surgimento de raízes adventícias nos ramos,

primeiro nos ramos verdes e posteriormente em alguns ramos lenhosos, e deformações nos ramos e caules. Sintomas semelhantes são descritos por AL-KHATIB et al. (1993) após realizarem aplicações de 2,4-D (11,2 a 374 g e.a. ha⁻¹) em uva cv. Lemberger grape recém-podada. Embora a epinastia das partes novas das plantas surja rapidamente após a aplicação do 2,4-D, o sintoma mais típico que é relatado nos casos de ocorrência de deriva (folhas “pata-de-rã” - designação usual que descreve os sintomas de crescimento anormal das folhas de espécies sensíveis afetadas por herbicidas fenólicos), só começa a aparecer a partir de 12 dias após a aplicação, tornando-se evidente apenas cerca de 20 dias após as aplicações nas folhas novas surgidas após a ocorrência da deriva simulada. A epinastia não compromete diretamente a produtividade, no entanto, à medida que ela se intensifica (podendo inclusive chegar à necrose e conseqüente queda da folha), a redução da área foliar fotossintetizante afeta a síntese de assimilados, que são responsáveis pelo acúmulo das reservas nos frutos. Por outro lado, em observações em experimentos preliminares, o aparecimento da “pata-de-rã” parece estar relacionado a baixos níveis de contaminação por 2,4-D, não resultando, necessariamente, em efeitos negativos sobre a produtividade da cultura. Danos significativos na produtividade só foram observados onde a “pata-de-rã” apareceu em conjunto com outros sintomas, como clorose e necrose das folhas, abortamento de cachos e/ou lesões nos ramos.

Tão ou mais importantes que os efeitos observados nas folhas são os efeitos observados nos ramos. Quando as injúrias nos ramos são significativas, além de haver efeito direto na redução da translocação de reservas para os cachos em formação, é possível que haja necessidade de uma poda mais severa logo após a colheita, para a recuperação do ramo produtivo. Nesses casos, comprometem-se no mínimo duas safras depois da poda realizada imediatamente após a colheita.

A produtividade da cultura avaliada na colheita realizada imediatamente após a aplicação de 2,4-D foi significativamente comprometida por todas as doses aplicadas neste experimento, quando comparada às respectivas testemunhas duplas (Tabela 1). Mesmo no nível de deriva simulada mais baixo avaliado (6,72 g e.a. ha⁻¹, equivalente a 1,0%), houve redução de 84,75% da produtividade.

No entanto, mesmo nas plantas em que se registraram os níveis mais severos de injúrias (equivalente a 16,0% de deriva), o crescimento após a poda foi normal, sem apresentar quaisquer evidências visuais dos sintomas observados após a aplicação. No caso das plantas em que os ramos foram danificados, uma poda mais drástica foi necessária, mas, da mesma forma, o novo crescimento não evidenciou qualquer sintoma característico. Tais plantas recuperaram seus ramos produtivos após duas podas, passando a produzir normalmente após a terceira poda (entre 12 e 18 meses).

TABELA 1. Efeito de doses de 2,4-D na produtividade de uva Itália com aplicações no início do florescimento (safra 2002-2003).

Dose (g e.a. ha ⁻¹) e nível de deriva estimado em relação à dose de 1 L ha ⁻¹ das formulações comerciais (%)	Produtividade (t ha ⁻¹)		
	Na parcela tratada	Na respectiva testemunha sem herbicida	Redução na produtividade (%)
6,72 (1,0%)	3,18 b	20,85 a	84,75
13,44 (2,0%)	1,31 b	16,95 a	92,27
26,88 (4,0%)	0,71 b	14,64 a	95,15
53,76 (8,0%)	0,30 b	18,84 a	98,41
107,52 (16,0%)	0,61 b	15,38 a	96,03

Médias seguidas por mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste F (5% de probabilidade).

Avaliações dos níveis de resíduo de 2,4-D nos cachos, por ocasião da colheita dos mesmos, permitiram observar que eventuais derivas ocorridas até essa fase podem não ser capazes de gerar resíduos nos frutos em níveis maiores que 0,010 mg kg⁻¹ (Tabela 2). Comparativamente, a

tolerância máxima de resíduos de 2,4-D em água potável para considerá-la segura para fins de consumo é de 0,070 mg L⁻¹ (USEPA, 2004).

TABELA 2. Análise de resíduos de 2,4-D na uva colhida após a aplicação de diferentes doses no estágio 15 (florescimento).

Dose (g e.a. ha ⁻¹) e nível de deriva estimado em relação à dose de 1 L ha ⁻¹ das formulações comerciais (%)	Resíduo (mg kg ⁻¹)
6,72 (1,0%)	< 0,010
13,44 (2,0%)	N.D.*
26,88 (4,0%)	< 0,010
53,76 (8,0%)	N.D.
107,52 (16,0%)	N.D.
Testemunha sem herbicida	N.D.

*N.D. = Nada detectável.

No segundo experimento, aplicações de 2,4-D realizadas após o estágio de “meia-baga”, em níveis iguais ou inferiores a 13,44 g e.a. ha⁻¹ (deriva simulada de 2,0%), não afetaram o desenvolvimento da cultura da uva ou sua produtividade, nem na safra imediatamente após a aplicação (verão 2003-2004) (Tabela 3) nem na safra seguinte (inverno 2004) (Tabela 3). Portanto, a sensibilidade da cultura, extremamente elevada na fase imediatamente após a poda, cai drasticamente após o início de formação das bagas. DAVIS & LINSKOTT (1986) relacionaram a suscetibilidade diferencial de espécies de plantas ao 2,4-D à variação da taxa de metabolização do herbicida. No presente caso, é possível que a taxa de metabolização do produto varie também com o estágio de desenvolvimento. Outra possibilidade seria a redução na velocidade de translocação do 2,4-D na fase mais adiantada da frutificação, em função do aumento da densidade da seiva no sistema vascular pelo aumento na concentração de carboidratos e açúcares direcionados aos frutos. AL-KHATIB et al. (1993) concluíram que a alta sensibilidade da videira recém-podada a subdoses de 2,4-D poderia ser atribuída à rápida translocação desse herbicida nestas condições.

TABELA 3. Efeito de duas doses de 2,4-D aplicadas em três estádios da cultura da uva sobre a sua produtividade, em duas safras consecutivas, após a aplicação.

Dose (g e.a. ha ⁻¹) e nível de deriva estimado em relação à dose de 1 L ha ⁻¹ das formulações comerciais (%)	Safrã Verão 2003-2004		Safrã Inverno 2004	
	Parcela tratada	testemunha sem herbicida	Parcela tratada	testemunha sem herbicida
	Produtividade (t ha ⁻¹)			
Estádio 33 - 6,72 (1,0%)	16,35 a	15,48 a	82,60 a	65,31 a
Estádio 33 - 13,44 (2,0%)	16,96 a	17,15 a	65,87 a	78,45 a
Estádio 35 - 6,72 (1,0%)	15,23 a	15,67 a	54,48 a	74,16 a
Estádio 35 - 13,44 (2,0%)	18,53 a	17,62 a	76,10 a	71,23 a
Estádio 36/38 - 6,72 (1,0%)	18,18 a	16,71 a	77,45 a	63,71 a
Estádio 36/38 - 13,44 (2,0%)	17,83 a	16,62 a	68,60 a	56,21 a

Médias seguidas por mesma letra na linha, não diferem entre si, pelo teste F (5% de probabilidade).

Tal fato sugere que uma alternativa efetiva para evitar problemas de deriva do 2,4-D para áreas de uva adjacentes a áreas de produção de grãos seria a equalização das épocas de utilização do produto para fins de manejo para fora do período mais sensível da uva, ou seja, o período imediatamente após a poda. Aplicações seguras poderiam ser realizadas após a uva atingir o estágio denominado “meia-baga”.

À exceção do crescimento anormal nas folhas (sintoma de “pata-de-rã”), a maioria dos sintomas descritos não é comumente observado em áreas onde há suspeita de deriva, o que sugere

que derivas típicas no campo estariam limitadas às menores subdoses aplicadas neste experimento (<2,0%).

CONCLUSÕES

A uva pode ser considerada como sensível a subdoses de 2,4-D, principalmente na fase de crescimento vegetativo e florescimento que ocorre após as podas, sendo que, a partir do estágio de “meia-baga”, apresentou baixa sensibilidade ao 2,4-D, tolerando subdoses de 13,44 g e.a. ha⁻¹.

REFERÊNCIAS

- AL-KHATIB, K.; PARKER, R.; FUERST, E.P. Wine grape (*Vitis vinifera* L.) response to simulated herbicide drift: *Weed Technology*, Champaign, v.7, n.1, p.97-102, 1993.
- COOMBE, B.G. Growth stages of the grapevine. *Australian Journal Grape and Wine Research*, Glen Osmond, v.1, n.1, p.100-10, 1995.
- CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JUNIOR, R.S.; FAGLIARI, J.R. Emprego de testemunhas duplas adjacentes na avaliação da seletividade de herbicidas aplicados na cultura do milho. *Varia Scientia*, Cascavel, v.1, n.2, p.61-74, 2001.
- DAVIS, C.; LINSKOTT, D.L. Tolerance of birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus*) to 2,4-D. *Weed Science*, Champaign, v.34, n.3, p.373-6, 1986.
- FAGLIARI, J.R.; OLIVEIRA JUNIOR, R.S.; CONSTANTIN, J. Métodos de avaliação da seletividade de herbicidas para a cultura da cana-de-açúcar. *Acta Scientiarum*, Maringá, v.23, n.5, p.1229-34, 2001.
- MESCHEDE, D.K.; OLIVEIRA JUNIOR, R.S.; CONSTANTIN, J.; SCAPIM, C.A. Período anterior à interferência em soja: estudo de caso com baixa densidade de estande e testemunhas duplas. *Planta Daninha*, Viçosa - MG, v.22, n.2, p.239-46, 2004.
- USEPA. United States Environmental Protection Agency. Edition of the drinking water standards and health advisories. Washington: Office of Water, 2004. 12 p. (EPA Guideline 822-R-04-005)