

## Sintomas e Diagnóstico de Toxicidade Herbicida na Cultura da Maçã

---

### Circular Técnica

Bento Gonçalves, RS  
Setembro, 2003

#### Autor

**Leandro Vargas**  
Eng. Agrôn., D.Sc.,  
Estação Experimental  
de Vacaria  
Embrapa Uva e Vinho.  
Caixa Postal 1513,  
CEP 95200-000  
Vacaria, RS

O controle de plantas daninhas, em pomares sob cultivo convencional e integrado, é realizado quase que exclusivamente por meio de herbicidas. A preferência dos produtores por esse método de controle se deve à alta eficiência, à facilidade de aplicação e ao custo relativamente baixo.

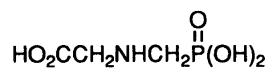
Entretanto, a seletividade dos herbicidas nem sempre é completa, ou seja, estes compostos geralmente provocam alguma fitotoxicidade à cultura, que varia de acordo com o produto, a dose, a época de aplicação e as condições climáticas, entre outros fatores. No caso de herbicidas não seletivos, como o glyphosate, o paraquat e o glufosinato, a probabilidade desses causarem danos à cultura, devido a erro na aplicação, é ainda maior. Os danos provocados por herbicidas sistêmicos, como o glyphosate, normalmente possuem maior impacto sobre a planta do que aqueles provocados por produtos de contato, como o glufosinato e o paraquat.

A ocorrência de macieiras com sintomas de intoxicação por herbicidas é freqüente em pomares. Esse fato é bastante preocupante, devido à possibilidade da ocorrência de resíduos de agrotóxicos nos frutos e a possíveis efeitos negativos sobre a produção.

Os principais fatores responsáveis pela intoxicação das plantas com a conseqüente manifestação de sintomas de toxicidade são: uso de dose excessiva para o tipo de solo, aplicação em condições climáticas inadequadas e pulverização de brotações e outras partes da planta com herbicidas sistêmicos como o glyphosate.

O objetivo deste trabalho é apresentar os sintomas evidenciados pela macieira em resposta à intoxicação por herbicidas registrados para essa cultura. O 2,4-D, apesar de não ser registrado e recomendado para a cultura da maçã, foi inserido neste trabalho devido à grande incidência de áreas com sintomas desse herbicida, resultado de deriva quando esse é usado em outras culturas próximas do pomar.

### GLYPHOSATE



Herbicida pertencente ao grupo de moléculas inibidoras da 5-enolpiruvilshikimate-3-fosfato sintase (EPSPs), o qual age inibindo esta enzima na rota de síntese dos aminoácidos

aromáticos essenciais fenilalanina, tirosina e triptofano, precursores de produtos como lignina, alcalóides, flavonóides e ácidos benzóicos. Em pomares, é aplicado em jato-dirigido, evitando que o produto atinja partes vivas da cultura. A absorção é exclusiva para tecidos vivos (folhas, ramos e brotos), não sendo absorvido por via radicular, por sementes ou tecidos mortos da planta. Os sintomas iniciais, evidenciados pelas plantas sob efeito desses produtos, incluem inibição do crescimento, amarelecimento dos meristemas e das folhas jovens que progride para necrose generalizada. As folhas tornam-se estriadas e/ou avermelhadas e evidenciam alongamento do limbo foliar (Fig. 1). A morte da planta sensível ocorre em período de 4-20 dias após o tratamento.



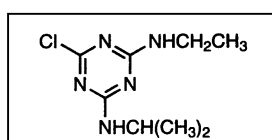
Figura 1. Sintomas de herbicidas inibidores da EPSPs na cultura da maçã.

## Herbicidas inibidores de EPSPs registrados para maçã no Brasil

Grupo químico	Nome comum	Nome comercial	Fabricante/Distribuidor
Derivados da glicina	Glyphosate	Agrisato Direct Glifosato Agripec Glifosato Nortox Gliz Polaris Radar Roundup multiação Roundup original Roundup W.G. Rustler Stinger Trop	Agritec Monsanto Agripec Nortox DowAgroSciences Du Pont Monsanto Monsanto Monsanto Monsanto Monsanto Monsanto Milenia

Fonte: Rodrigues e Almeida (1998); Agrofit, 2003.

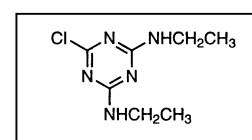
### ATRAZINE



São moléculas herbicidas do grupo das triazinas, as quais agem inibindo o fotossistema II (FSII) ligando-se à proteína D1, no sítio onde se acopla a plastoquinona "Qb". A molécula herbicida compete com a plastoquinona "Qb", parcialmente reduzida (QbH) pelo sítio na proteína D1, ocasionando sua saída e interrompendo o fluxo de elétrons entre os fotossistemas.

A atrazine e a simazine são moléculas empregadas para controle seletivo em pré e pós-emergência das plantas daninhas mono e dicotiledôneas. Em aplicações de solo, as

### SIMAZINE



plântulas são controladas após a emergência.

Os sintomas desses herbicidas são caracterizados por clorose internervurais e das bordas das folhas (escurecimento), que progridem, da borda para o centro da folha, para necrose generalizada (Fig. 2). A translocação via xilema tende a acumular esses herbicidas na borda da folha e faz com que os sintomas sejam mais fortes e visualizados, primeiramente, nesses locais e nas folhas mais velhas.



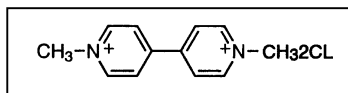
Figura 2. Sintomas de herbicidas inibidores do fotosistema II na cultura da maçã.

### Herbicidas inibidores do fotossistema II registrados para maçã no Brasil

Grupo químico	Nome comum	Nome comercial	Fabricante/Distribuidor
Triazinas	Simazine	Herbazin 500 BR	Milenia
	Atrazine + simazine	Extrazin SC	Sipcam Agro S.A.

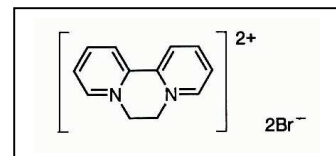
Fonte: Rodrigues e Almeida (1998); Agrofit, 2003.

#### PARAQUAT



O paraquat e o diquat são herbicidas não-seletivos, com reduzida translocação (de contato) e baixa persistência, aplicados em pós-emergência para controle total da vegetação. São moléculas do grupo químico bipyridílios que agem inibindo o fotossistema I (FSI), capturando elétrons provenientes da fotossíntese e formando radicais tóxicos. Os radicais livres do paraquat e do diquat não são os agentes responsáveis pelos sintomas de fitotoxicidade observados. Estes são

#### DIQUAT



instáveis e rapidamente sofrem auto-oxidação, produzindo radicais superóxidos. Os superóxidos sofrem o processo de dismutação, para formarem o peróxido de hidrogênio. Os superóxidos e o peróxido de hidrogênio reagem, produzindo radicais de hidroxil e oxigênio livre (singlete) que são os agentes responsáveis pelos sintomas de toxicidade nas plantas, por promoverem a degradação das membranas (peroxidação de lipídios),

ocasionando o extravasamento celular e a morte dos tecidos atingidos pelo herbicida.

Os sintomas de toxicidade desses herbicidas podem ser observados poucas horas após a aplicação, principalmente se as plantas estão expostas à incidência direta do sol (Fig. 3). Nos pontos onde o herbicida atinge o tecido

vivo, surgem, em poucas horas, manchas encharcadas (escaldadas) que, em até três dias após a aplicação, progridem para necrose. Se, após a aplicação, a planta for exposta à baixa incidência de luz, o herbicida tende a translocar-se, formando manchas necróticas maiores ou até mesmo necrosando toda a folha.



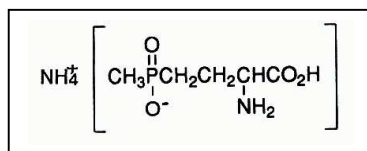
Figura 3. Sintomas de herbicidas inibidores do fotosistema I na cultura da maçã.

### Herbicidas inibidores do fotossistema I registrados para maçã no Brasil

Grupo químico	Nome comum	Nome comercial	Fabricante/Distribuidor
Bipiridílios	Paraquat	Gramoxone 200	Syngenta

Fonte: Rodrigues e Almeida (1998); Agrofitec, 2003.

## GLUFOSINATE



Herbicida do grupo químico homoalanina substituída, não seletivo, com ação de contato, recomendado para controle total da vegetação em pós-emergência. O mecanismo de ação do glufosinate é a inibição da enzima GS (glutamina sintase) que resulta em acúmulo de  $\text{NH}_2$  na célula e, conseqüente, na morte da mesma. Nos pomares, é aplicado em jato-dirigido, evitando que o produto atinja as partes vivas da cultura. A absorção é exclusiva para tecidos vivos (folhas, ramos e brotos), não

sendo absorvido por via radicular e nem por sementes. Apresenta translocação reduzida. Os sintomas de toxicidade evidenciados pelas plantas incluem manchas cloróticas que evoluem para necrose dos tecidos vivos atingidas pelo produto (Fig. 4). Apesar de o glufosinate ser um produto de contato, os sintomas não aparecem imediatamente, em geral, eles são visualizados em até uma semana após o tratamento. As manchas necróticas apresentam bordas mais irregulares do que aquelas provocadas pelo paraquat.



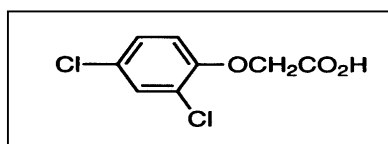
Figura 4. Sintomas de herbicidas inibidores da Glutamina Sintase (GS) na cultura da maçã.

### Herbicidas inibidores da Glutamina Sintase (GS) registrados para maçã no Brasil

Grupo químico	Nome comum	Nome comercial	Fabricante/Distribuidor
Homoalanina substituída	Amônio-glufosinato	Finale	Bayer

Fonte: Rodrigues e Almeida (1998).

## 2,4-D



Herbicida do grupo das auxinas sintéticas que não têm registro para cultura da maçã e, portanto, não deve ser utilizado nesta cultura. Entretanto, devido à deriva, eventualmente são observadas macieiras com sintomas severos de toxicidade de 2,4-D em pomares.

O mecanismo de ação envolve os sistemas enzimáticos carboximetil celulase e RNA polimerase que influenciam, respectivamente, a plasticidade da membrana celular e o metabolismo de ácidos nucleicos. Como resultado, ocorre aumento anormal de DNA, RNA e proteínas que, conseqüentemente, promovem a divisão

descontrolada das células e o crescimento anormal das plantas sensíveis.

Os sintomas mais evidentes desenvolvidos por plantas sob efeito destes herbicidas são epinastia, curvatura e enrolamento (de caule, ramos e folhas jovens) e, finalmente, paralisação do crescimento seguido de clorose e necrose dos meristemas (Fig. 5). As folhas de dicotiledôneas, como a maçã, apresentam encarquilhamento e adquirem coloração verde-escura e/ou avermelhada. A morte das plantas ocorre lentamente, às vezes após cinco semanas.



Figura 5. Sintomas de herbicidas reguladores de crescimento na cultura da maçã.

## Herbicidas reguladores de crescimento comercializados no Brasil

Grupo químico	Nome comum	Nome comercial	Fabricante/Distribuidor
Fenóis	2,4-D	Aminol	Milenia
		Aminamar	AgroQuímica
		Capri	Milenia
		2,4-D Fersol	Fersol
		Deferon	Milenia
		DMA 806 BR	DowAgroSciences
		Herbi D 480	Milenia
		Tento 867 CS	DowAgroSciences
		U-46 D-Fluid	Basf

Fonte: Rodrigues e Almeida (1998); Agrofit, 2003.

## Herbicidas Registrados para Cultura da Maçã (Anvisa, 2003)

Nome técnico	Nome comercial	Dose do produto comercial/ha)	Recomendação de uso
Glyphosato	Agrisato 480 CS	1 a 6 L	Herbicida não seletivo, pós-emergente, recomendado para controle de espécies anuais perenes
	Glifosato Nortox	1 a 6 L	
	Glifosato 480 Agripec	1 a 6 L	
	Gliphogan 480	1 a 6 L	
	Gliz BR	1 a 6 L	
	Gliz 480 CS	1 a 6 L	
	Trop	1 a 6 L	
	Polaris	0,5 a 5,0 L	
	Radar	0,5 a 5,0 L	
	Rustler	0,5 a 5,0 L	
	Stinger	0,5 a 5,0 L	
	Roundup Original	1,5 a 6,0 L	
	Roundup Multiação	0,5 a 2,5 Kg	
	Direct	0,5 a 3,5 Kg	
Roundup WG	0,5 a 3,5 Kg		
Paraquat	Gramoxone 200	1,5 a 3,0 L	Controle de rebrotes de porta enxertos
Amônio-glufosinato	Finale	2,0 L	
Simazina	Herbazin 500 BR	3,5 a 7,0 L	Controle de espécies anuais em pré-emergência
Atrazina + simazina	Extrazin SC	3,6 a 6,8 L	
Glyphosate + simazina	Tropazin	5,0 a 6,0 L	Herbicida não seletivo, pós-emergente, recomendado para controle de espécies anuais e perenes. A simazine proporciona efeito residual.



## Herbicidas Recomendados para Pim<sup>1</sup>

Nome técnico	Nome comercial	Dose do produto comercial/ha	Recomendação de uso
Glyphosate	Agrisato 480 CS	1 a 6 L	Herbicida não seletivo, pós-emergente, recomendado para controle de espécies anuais e perenes
	Glifosato Nortox	1 a 6 L	
	Glifosato 480 Agripec	1 a 6 L	
	Gliphogan 480	1 a 6 L	
	Gliz BR	1 a 6 L	
	Gliz 480 CS	1 a 6 L	
	Trop	1 a 6 L	
	Polaris	0,5 a 5,0 L	
	Radar	0,5 a 5,0 L	
	Rustler	0,5 a 5,0 L	
	Stinger	0,5 a 5,0 L	
	Roundup Original	1,5 a 6,0 L	
	Roundup Multiação	0,5 a 2,5 Kg	
	Direct	0,5 a 3,5 Kg	
Roundup WG	0,5 a 3,5 Kg		
Amônio-glufosinato	Finale	2,0 L	Controle de rebrotes de porta enxertos
Simazina	Herbazin 500 BR	3,5 a 7,0 L	Controle de espécies anuais em pré-emergência

Para prevenir resistência a herbicidas recomenda-se limitar aplicações de um mesmo herbicida, promover rotação de mecanismos de ação e de métodos de controle e acompanhar mudanças na flora (monitorar).

<sup>1</sup>Protas & Sanhueza, 2002.

### Referências Bibliográficas

AHRENS, W. H. (Ed). **Herbicide handbook**. 7<sup>th</sup> ed. Champaign: Weed Science Society of America, 1994. 352 p.

ANVISA – AGÊNCIA NACIONAL DE VIGIÂNCIA SANITÁRIA. Disponível em: <<http://www4.anvisa.gov.br/agrosia/asp/default.asp>>. Acesso em jul. de 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Agrofit 2002**. Disponível em:

<[www.agricultura.gov.br](http://www.agricultura.gov.br)>. Acesso em: fev. 2003.

PROTAS, J. F. da S.; SANHUEZA, R. M. V. (Ed.). **Normas técnicas e documentos de acompanhamento da produção integrada de maçã**. Embrapa Uva e Vinho: Bento Gonçalves, 2002. 64 p.

RODRIGUES, B. N., ALMEIDA, F. S. de **Guia de herbicidas**. 4. ed. Londrina, [s.n.], 1998. 648 p.

#### **Circular Técnica, 44**

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

**Embrapa Uva e Vinho**  
Rua Livramento, 515 – C. Postal 130  
95700-000 Bento Gonçalves, RS  
**Fone:** (0xx)54 455-8000  
**Fax:** (0xx)54 451-2792  
<http://www.cnpuv.embrapa.br>



1ª edição (2003): Online

#### **Comitê de Publicações**

**Presidente:** Gilmar Barcelos Kuhn  
**Secretário-Executivo:** Nêmora G. Turchet  
**Membros:** Francisco Mandelli e Gildo A. da Silva

#### **Expediente**

**Revisão do texto:** Rosa Mística Zanchin  
**Tratamento das ilustrações:** Autores

CGPE 4737