



## ESTIMATIVA DO FATOR DE BIOCONCENTRAÇÃO DE PESTICIDAS EM MAÇÃS

Lourival Costa Paraíba<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Embrapa Meio Ambiente, lourival@cpnpma.embrapa.br, Jaguariúna, São Paulo, Brasil.

### INTRODUÇÃO

O objetivo desse trabalho foi estimar o fator de bioconcentração (BCF) de trinta e seis pesticidas do sistema brasileiro de produção integrada de maçãs (PIM) e indicar quais deles devem ser monitorados em maçãs. Foi assumido um cultivo hipotético de macieiras e usado o modelo de Paraíba (2007) [Pesticide bioconcentration modelling for fruit trees. Chemosphere, v.66, p.1468-1475, 2007]. O modelo relaciona o BCF com características da planta e do pesticida.

### MATERIAL E MÉTODOS

Os pesticidas foram retirados de Gebler (2004) e de Girardi e Bender (2003) (Tabela 1). Os tempos de meia-vida no solo e o coeficiente de partição octanol-água foram coletados em Hornsby, Don Wauchope e Herner (1996) ou Tomlin (2000). Foi suposto que o pesticida entre a solução do solo e a planta está em estado de equilíbrio estacionário e que o pesticida se dissipa no sistema solo-planta por crescimento da planta, metabolismo na

planta e degradação no solo. O BCF foi estimado por:  $BCF = \frac{Q Q_f TSCF}{Q + k_{egs} K_{wood} M}$ , onde BCF (L

kg<sup>-1</sup>) é o fator de bioconcentração do pesticida na maçã; Q (L dia<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup>) é a taxa diária de transpiração de água pelas macieiras; Q<sub>f</sub> (L kg<sup>-1</sup>) é o volume total de água necessário para a planta produzir um quilo de fruta fresca; TSCF é o fator de concentração do pesticida no fluxo de transpiração; k<sub>egs</sub> (dia<sup>-1</sup>) é a taxa de dissipação do pesticida no sistema solo-planta; K<sub>wood</sub> é o coeficiente de partição tronco-água do pesticida e M (kg ha<sup>-1</sup>) é a biomassa total seca de plantas de macieiras por hectare. A taxa de dissipação do pesticida no sistema solo-planta foi calculada por: k<sub>egs</sub> = k<sub>e</sub> + k<sub>g</sub> - k<sub>s</sub>, onde k<sub>e</sub>, k<sub>g</sub> e k<sub>s</sub> (dia<sup>-1</sup>) são a taxa de metabolismo do pesticida na planta, a taxa de crescimento da planta e a taxa de degradação do pesticida no solo, respectivamente. O TSCF foi estimado usando a expressão de Burken



e Schnoor (1998) dada por:  $TSCF=0,756 \times e^{\left(\frac{-(\log K_{ow}-2,50)^2}{2,58}\right)}$ , onde  $\log K_{ow}$  é o logaritmo do coeficiente de partição octanol-água do pesticida e TSCF é o fator de concentração no fluxo de transpiração. O valor de  $K_{wood}$  foi estimado por uma equação dada por (TRAPP; MIGLIORANZA; MOSBAEK, 2001):  $\log K_{wood} = -0,27 + 0,632 \times \log K_{ow}$ . Foi assumido um pomar de macieiras com 5 anos de idade, com peso total seco estimado em  $50.000 \text{ kg ha}^{-1}$  ( $M = 50.000$ ) correspondendo a 1000 plantas por hectare com 50 kg de peso seco por planta. A transpiração foi estimada em  $8.220 \text{ L dia}^{-1} \text{ ha}^{-1}$  ( $Q = 8.220$ ) ( $300 \text{ mm ano}^{-1}$  de evapotranspiração) com uma taxa média diária de crescimento das plantas estimada em  $2,74 \times 10^{-5} \text{ dia}^{-1}$  ( $k_g = 2,74 \times 10^{-5}$ ) (0,01 por ano). Segundo Trapp, Rasmussen e Samsøepetersen (2003), o volume de água necessária para produzir um quilo de maçãs frescas foi estimado em  $3,5 \text{ L kg}^{-1}$  ( $Q_f = 3,5$ ). A taxa de degradação do pesticida no solo foi estimada a partir do tempo de meia-vida do pesticida no solo utilizando a relação  $k_s = \ln(2,0)/t_{1/2}$ . A taxa de degradação do pesticida na planta foi estimada a partir do tempo de meia-vida do pesticida no solo e utilizando a relação  $k_p = k_s/16$  (JURASKE; ANTON; CASTELLS, 2008). Os valores de tempo de meia-vida do pesticida no sistema solo-planta foram estimados por  $t_{1/2}(\text{planta-solo}) = 0,693/k_{egs}$  e foram usados para analisar o BCF de pesticidas em maçãs.

TABELA 1 - Pesticidas da produção integrada de maçãs;  $\log K_{ow}$  - logaritmo do coeficiente de partição octanol-água; tempo de meia-vida no solo; e BCF em maçãs.

Pesticidas da PIM	Função agrônômica	$\log K_{ow}$	$t_{1/2}$ - solo dias	BCF (L/kg)
abamectin	inseticida, acaricida	4,48	28	0,0007
bitertanol	fungicida	4,1	30	0,0022
carbaryl	inseticida	2,36	10	0,0247
chlorothalonil	fungicida	3,05	30	0,0243
chlorpyrifos	inseticida	4,96	30	0,0002
cyprodinil	fungicida	4	60	0,0058
diazinon	inseticida - acaricida	3,81	40	0,0062
difenoconazole	fungicida	4,3	145	0,0061
dodine	fungicida	1,15	20	0,1298
fenarimol	fungicida	3,6	360	0,0877
fenitrothion	inseticida	3,3	8	0,0040
fenpyroximate	acaricida	5,01	50	0,0002
fluazinam	fungicida	3,56	62	0,0174
fluquinconazole	fungicida	3,24	300	0,1563
folpet	fungicida	2,85	4,3	0,0050
imibenconazole	fungicida	4,94	28	0,0002
kresoxim-methyl	fungicida	3,4	3	0,0012
malathion	inseticida - acaricida	2,36	3	0,0075
mancozeb	fungicida	1,33	70	0,3566
methidathion	inseticida - acaricida	2,2	7	0,0213
metiram	fungicida	0,3	20	0,1117
myclobutanil	fungicida	2,94	66	0,0643
phosmet	inseticida - acaricida	2,78	19	0,0249
prochloraz	fungicida	4,1	120	0,0088
pyrazophos	fungicida	3,8	21	0,0034
pyridaben	inseticida - acaricida	6,37	21	< 0,0001
pyrimethanil	fungicida	2,84	54	0,0629
simazine	herbicida	2,18	60	0,1751
spirodiclofen	acaricida	5,8	5,5	< 0,0001
tebuconazol	fungicida	3,7	28	0,0057
tebufenozide	inseticida	4,25	66	0,0032
thiophanate-methyl	fungicida	1,4	10	0,0612
triadimefon	fungicida	2,77	26	0,0345
trichlorfon	inseticida	0,51	10	0,0701
triflumizole	fungicida	1,4	14	0,0844
triforine	fungicida	2,2	21	0,0627

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

O fator de bioconcentração (BCF) de um pesticida em um organismo é o coeficiente de partição do pesticida entre o organismo e o meio. Na Tabela 1 são mostrados também os valores estimados do BCF em maçãs. Segundo Paraíba (2007), pesticidas com  $1,5 \leq \log K_{ow} \leq 3,5$  apresentam condições ideais para a translocação do solo para as frutas.



Considerando-se em conjunto o tempo de meia-vida no sistema solo-planta, o TSCF e o  $K_{wood}$ , os pesticidas mancozeb > simazine > fluquinconazole > dodine > metiram > fenarimol > triflumizole > trichlorfon > myclobutanil > pyrimethanil > triforine e thiophanate-methyl são, nesta ordem, os pesticidas prioritários para monitoramento em maçãs. Macozeb e metiram são dois fungicidas da classe dos ditiocarbamatos e têm sido encontrados em maçãs e em outros vegetais (CALDAS et al., 2004; CESNIK; GREGORCIC; BOLTA, 2006; DOGHEIM et al., 1999; EU, 2001; IUPAC, 1994) e são recomendados pela FAO (2005) como pesticidas prioritários para monitoramento em frutas e vegetais.

## CONCLUSÕES

Foi estimado o BCF em maçãs de trinta e seis pesticidas da PIM. Esta estimativa permitiu indicar os pesticidas da PIM que devem ser monitorados em maçãs. Esta indicação está de acordo com monitoramentos de pesticidas em maçãs por análise de resíduos e com recomendações de organismos internacionais reguladores.

## REFERÊNCIAS

BURKEN, J. G.; SCHNOOR, J. L. Predictive relationships for uptake of organic contaminants by hybrid poplar trees. **Environmental Science & Technology**, v. 32, n. 21, p. 3379-3385, 1998.

CALDAS, E. D.; MIRANDA, M. C. C.; CONCEIÇÃO, M. H. L.; DE SOUZA, C. K. R. Dithiocarbamates residues in Brazilian food and the potential risk for consumers. **Food and Chemical Toxicology**, v. 42, p.1877-1883, 2004.

EU. **Monitoring of pesticide residues in products of plant origin in the European Union, Norway, Iceland and Liechtenstein: 2001 Report**. London: European Commission, Health and Consumer Protection Directorate - General Directorate F - Food and Veterinary Office, 2001.

CESNIK, H.B.; GREGORCIC, A.; BOLTA, S.V. Pesticide residues in agricultural products of slovene origin in 2005. **Acta Chimica Slovenica**, v.53, p.95-99, 2006.



DOGHEIM, S.M.; ALLA, S.A.G.; EL-MARSAFY, A.M.; FAHMY, S. Monitoring pesticide residues in Egyptian fruits and vegetables in 1995. **Journal of the AOAC International**, v. 82, p. 948-955, 1999.

FAO, **PESTICIDE** residues in food - 2004. Report of the Joint Meeting of the FAO Panel of Experts on Pesticide Residues in Food and the Environment and the WHO Core Assessment Group on Pesticide Residues Rome, Italy, 20-29 September 2004. Rome, 2005. 383p. (Fao Plant Production and Protection Paper, 178).

GEBLER, L. **Banco de informações ambientais e toxicológicas dos agrotóxicos utilizados até a safra de 2002/2003 na produção integrada de maçã**. 2004. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho. (Embrapa Uva e Vinho. Circular Técnica). Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/circular/>>. Acesso em: 15 jul. 2008.

GIRARDI, C. L.; BENDER, R. J. **Produção integrada de maçãs no Brasil**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. (Sistemas de Produção, 1). Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Maca/ProducaoIntegradaMaca/>> . Acesso em: 17 jul. 2008.

HORNSBY, A. G.; DON WAUCHOPE, R.; HERNER, A. E. **Pesticide Properties in the Environment**. New York: Springer-Verlag, 1996. 239p.

IUPAC. INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY. Applied Chemistry Division. Commission on Agrochemicals. Effects of storage and processing on pesticide residues in plant products: Technical report. **Pure and Applied Chemistry**, v. 66, n. 2, p.335-356, 1994.

JURASKE, R.; ANTON, A.; CASTELLS, F. Estimating half-lives of pesticides in/on vegetation for use in multimedia fate and exposure models. **Chemosphere**, v. 70, p.1748-1755, 2008.

PARAÍBA L. C. Pesticide bioconcentration modelling for fruit trees. **Chemosphere**, v. 66, n. 8, p.1468-1475, 2007.

TOMLIN, C.D.S. **The Pesticide Manual**. Farnham: British Crop Protection Council, 2000. CD-Rom.



XX Congresso Brasileiro de Fruticultura  
54th Annual Meeting of the Interamerican Society for Tropical Horticulture  
12 a 17 de Outubro de 2008 - Centro de Convenções – Vitória/ES

---

TRAPP, S.; MIGLIORANZA, K.S.B.; MOSBAEK, H. Sorption of lipophilic organic compounds to wood and implications for their environmental fate. **Environmental Science & Technology**, v. 35, n. 8, p.1561-1566, 2001.

TRAPP, S.; RASMUSSEN, D.; SAMSØE-PETERSEN, L. Fruit tree model for uptake of organic compounds from soil. **Sar and Qsar in Environmental Research**, v. 14, n. 1, p. 17-26, 2003.

20080616\_212502