

ANÁLISES PREDITIVAS E CONSIDERAÇÕES SOBRE LIXIVIAÇÃO O- ESTUDO DE CASO COM PRODUTOS POTENCIAIS PARA CONTROLE DA BROCA DO CAFÉ

GRB MIRANDA (Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais IFSM– Campus de Muzambinho); grbmiranda@gmail.com), CG RAETANO (Professor da UNESP/Botucatu), MJ CEREJEIRA (Professora do Instituto Superior de Agronomia/Universidade Técnica de Lisboa – ISA/UTL – Lisboa), M. DAAM (Pesquisador do ISA/UTL).

A broca-do-café é uma das mais graves efemeridades que ataca o cafeeiro, pois causa prejuízos para toda a cadeia comercial do produto, desde o campo até a exportação, causando além da perda do peso, a queda dos frutos na lavoura e a depreciação da classificação por tipo, pois 5 grãos perfurados constituem um defeito nesta classificação (Gallo et al., 2002 e Matiello et al. 2005).

No entanto produtos ainda utilizados para o controle da broca do cafeeiro são persistentes no solo e no ambiente e podem causar conseqüências prejudiciais ao ambiente dependendo do modo em que for aplicado ou exposto. É claro, que um produto pulverizado na parte aérea da planta terá menos problemas com a lixiviação quando comparado a aplicação via solo em mesmas concentrações, mas também na pulverização terrestre ocorrem perdas com valores superiores a 80% que estarão expostos ao ambiente e possivelmente uma parte irá para o sol.

E com esta idéia que se estudou a possibilidade de lixiviação dos inseticidas endossulfan, etofenproxí e clorpirifós a partir de dois métodos estudo de lixiviação.

Utilizou-se um modelo de cálculo de índices de lixiviação de GUS (Gustafson, 1989) e de Bacci e Gaggi (1993). Para estes cálculos foram selecionadas características físico-químicas dos produtos fitossanitários endossulfan, etofenproxí e clorpirifós selecionando-se situações consideradas extremas de lixiviação para estes pesticidas, dos quais sugeriu-se três combinações de valores de K_{oc} e de DT_{50} : (1) valores mais elevados de K_{oc} e menor DT_{50} , (2) menor K_{oc} e maior DT_{50} de acordo com Tomlim (2006) e (3) valores de K_{oc} e DT_{50} de acordo com Footprint (2008), os quais estão apresentados na Tabela 1, sendo este último considerado uma situação mais intermediária para fatores analisados.

O Índice GUS (“Groundwater Ubiquity Score”) considera a persistência e mobilidade dos produtos fitossanitários pela fórmula $GUS = \log DT_{50} - 4 \log K_{oc}$ (Gustafson, 1989). Nesse índice, o valor 4 é um valor arbitrário (Bacci, 1994), que permite a classificação das substâncias químicas em função do potencial de contaminação das águas subterrâneas. Quando $GUS > 2,8$ as substâncias são consideradas “lixiviáveis”; quando $GUS < 1,8$ são consideradas “não-lixiviáveis” e quando GUS estiver entre os valores de 1,8 a 2,8 o composto é considerado “de transição” (Gustafson, 1989), onde este modelo pode ser utilizado tanto para compostos polares como apolares (Bacci, 1994).

No índice de lixiviação de Bacci & Gaggi (1993), considera-se que o composto é aplicado ao solo numa única dose M ($g\ m^{-2}$, ex. $0,1\ g\ m^{-2} = 1\ kg\ ha^{-1}$) e assume-se que a substância fica homoganeamente distribuída num

determinado volume de solo (ex. área de $1\ m^2$ e profundidade de $0,1\ m$). A partição, em equilíbrio, nas várias fases do solo (água, ar, matéria mineral e matéria orgânica) é determinada com base nas propriedades físico-químicas da substância, no volume (m^3) e densidade ($kg\ L^{-1}$) dos compartimentos contemplados; e considerando os valores da capacidade de fugacidade Z para cada um dos compartimentos e a fugacidade.

As características ambientais consideradas para calcular o índice de lixiviação é referente a uma área de $1\ m^2$ com profundidade de $0,1\ m$, cuja porosidade do solo é de $0,5\ m^3\ m^{-3}$, densidade do solo de $1,335\ kg\ L^{-1}$, capacidade de campo de $0,1\ m^3\ m^{-3}$, capacidade máxima do solo para o ar (“air field porosity”) – $0,4\ m^3\ m^{-3}$, fração de massa de carbono orgânico, $foc = 0,01\ g\ g^{-1}$; densidade do carbono orgânico – $1\ kg\ L^{-1}$; fração volumétrica de matéria mineral – $0,49\ m^3\ m^{-3}$ e densidade da matéria mineral – $2,5\ kg\ L^{-1}$. Por outro lado, por defeito, a taxa de lixiviação da água foi estabelecida em $8,33 \times 10^{-5}\ m\ h^{-1}$ ($2\ mm.d^{-1}$) e a quantidade do produto fitossanitário aplicado em $0,1\ g\ m^{-2}$ ($1\ kg\ ha^{-1}$) (Batista, 2003).

O intervalo de valores do índice abrange diversas ordens de magnitude, de 10^0 a 10^{-4} . Considera-se a classificação dos compostos como “lixiviáveis” se os valores estiverem entre 1 e 1×10^{-1} ; “de transição” se os valores estiverem entre $9,9 \times 10^{-2}$ e 1×10^{-2} ; e “não lixiviáveis” se os valores forem inferiores a 1×10^{-2} (Bacci, 1994).

De acordo com Ferracini et al. (2001), quanto maior o valor de DT_{50} maior será o potencial de contaminação das águas, dado o maior tempo necessário para a degradação do produto no solo e sua conseqüente permanência no ambiente.

O índice de lixiviação de GUS não apontou em nenhum dos casos alguma possibilidade, ainda que remota, de lixiviação para nenhum dos inseticidas estudados (Tabela 2).

Pelo cálculo do índice de lixiviação de Bacci & Gaggi, estima-se que somente o etofenproxí não tem possibilidades de lixiviação, mesmo nas condições mais extremas de ambiente. Porém no caso da molécula de endossulfan, tanto para o isômero alfa quanto para o isômero beta, existe uma possibilidade de se lixiviar um pouco no perfil do solo, e para este caso, o modelo de Bacci & Gaggi, classifica-o como um produto “de transição” quando o seu K_{oc} e DT_{50} assumem valores de 3000 e 70 dias respectivamente.

Para o clorpirifós, o índice de lixiviação de Bacci & Gaggi classificou-o como um produto “de transição” em duas das três situações descritas, o que o faz considerá-lo como um produto que se deve ter mais cuidado nas aplicações.

Segundo Nieweglowski (2006), o clorpirifós tem uma persistência baixa no ambiente, fato este que o torna menos propenso a atingir as águas subterrâneas devido a sua rápida degradação dificultando-o atingir águas mais profundas.

Esta contaminação das águas por produtos fitossanitários pode ocorrer pela deriva das pulverizações aéreas, pela lixiviação através da água do solo, através da erosão dos solos e pela lavagem e descarte de embalagens (Filizola et al., 2002).

Para ambos isômeros de endossulfan e para o clorpirifos, mesmo nestas condições descritas, que fazem com que estes se comportem como produto “de transição” para lixiviação, ainda é difícil atingirem águas subterrâneas mais profundas, mas, ainda sim, é necessário ter mais cuidado com estes produtos quando utilizados em solos arenosos com maior possibilidade de percolação da água e com pouca atividade de argila.

Tabela 1. Produtos fitossanitários utilizados no controle químico da broca-do-cafeeiro, clorpirifos, endossulfan e etofenproxi, com características físico-químicas para cálculo dos potenciais de lixiviação pelos modelos de GUS e de Bacci & Gaggi. Lisboa, 2008.

Ingrediente ativo	Solubilidade (mg/L)	Pressão de Vapor (°C)	K _{oc}	DT ₅₀
Clorpirifos	0,4	42,75	12600	33
Clorpirifos	0,4	42,75	1250	56
Clorpirifos*	0,4	42,75	6070	30
a-Endossulfan	0,32	109,2	20000	30
a-Endossulfan	0,32	109,2	3000	70
a-Endossulfan*	0,32	109,2	12400	50
b-Endossulfan	0,33	213,3	20000	30
b-Endossulfan	0,33	213,3	3000	70
b-Endossulfan*	0,33	213,3	12400	50
Etofenproxi	8,13E-7	37,4	14923	7
Etofenproxi	8,13E-7	37,4	8548	25
Etofenproxi*	8,13E-7	37,4	9025	16

Obs: O índice de GUS não leva em consideração os isômeros de alfa e beta endossulfan. A temperatura considerada para o índice de Bacci e Gaggi foi de 20° C. *(Footprint).

Resultados e conclusões

Os valores de lixiviação calculados pelos índices de GUS (Groundwater Ubiquity Score) e de Bacci & Gaggi estão apresentados na Tabela 2, para cada inseticida estudado e de acordo com os valores selecionados.

Tabela 2. Inseticidas potenciais no controle químico da broca-do-cafeeiro, clorpirifos, endossulfan e etofenproxi, e valores dos cálculos pelos índices de lixiviação de GUS e de Bacci & Gaggi. Lisboa, 2008.

Ingrediente ativo	Índice Bacci & Gaggi	Índice GUS
1. Clorpirifos	0,005767211 ¹	-0.1524141 ¹
2. Clorpirifos	0,08763629 ²	1.5787711 ¹
3. Clorpirifos	0,01081121 ²	0.3202566 ¹
1. a-Endossulfan	0,003279452 ¹	-0.4446578 ¹
2. a-Endossulfan	0,04150916 ²	0.9647625 ¹
3. a-Endossulfan	0,008558584 ¹	-0.1587206 ¹
1. b-Endossulfan	0,003280576 ¹	-
2. b-Endossulfan	0,04168264 ²	-
3. b-Endossulfan	0,008566083 ¹	-
1. Etofenproxi	0,001039722 ¹	-0.1469255 ¹
2. Etofenproxi	0,006444648 ¹	0.0952493 ¹
3. Etofenproxi	0,003916903 ¹	0.0536469 ¹

1 = não lixiviáveis; 2 = “de transição”; 3 = lixiviáveis.

Obs: O índice de GUS não leva em consideração os isômeros de alfa e beta endossulfan. A temperatura considerada para o índice de Bacci e Gaggi foi de 20° C.

Conclusões

Vale lembrar que, para o caso do produto ter condições físico-químicas potenciais para a lixiviação, e estes modelos são somente uma análise preditiva do que pode acontecer na prática. Não significando que estes resultados serão concretizados sempre no campo, pois existem outros fatores, como a variabilidade do solo e do clima na Terra, assim como a distribuição inicial, ou seja, o modo de aplicação dos produtos fitossanitários no ambiente.

Os cálculos dos índices de lixiviação, para condições variáveis de K_{oc} e DT₅₀, não evidenciam elevado

potencial de contaminação da água subterrânea pelos inseticidas em estudo.