

ETRACE EXPRESS: PROGRAMA PARA ANÁLISE DE RISCO DE ELEMENTOS-TRAÇO EM FERTILIZANTES INORGÂNICOS

A.B. Silva¹, O.D.D. Silva², G. Marchi², L.R.G. Guilherme³

¹Bolsista de iniciação científica do CNPq, União Pioneira de Integração Social - UPIS, alevuad0r@hotmail.com

²Embrapa Cerrados, {dario, giuliano.marchi} @cpac.embrapa.br

³Universidade Federal de Lavras – UFLA, guilherm@ufla.br

INTRODUÇÃO

Elementos-traço estão presentes em fertilizantes como subprodutos de sua fabricação ou como contaminantes. Entretanto, alguns elementos-traço (e.g., Zn, Cu, Fe e Mn) são nutrientes de plantas e são incluídos intencionalmente nas formulações de fertilizantes. Sabe-se que a exposição a altos níveis de elementos-traço (nutrientes ou não) pode colocar a saúde humana em risco. Este risco pode ser estimado por modelos de avaliação de risco.

Um estudo em busca de concentrações baseadas em risco (RBCs) de elementos-traço preparado pelo The Fertilizer Institute (TFI, 2000), intitulado *Health Risk Evaluation of Selected Metals in Inorganic Fertilizers Post Application*, mostrou que os níveis de elementos-traço em fertilizantes inorgânicos comerciais nos Estados Unidos são seguros para consumidores de produtos agrícolas. Uma RBC é a concentração de elemento-traço em um fertilizante que é considerada segura ou protetora da saúde.

A mesma metodologia que a proposta pelo estudo do TFI foi utilizada para o cenário atual do uso de fertilizantes no Brasil, de forma a acessar os riscos à saúde por elementos-traço (Guilherme & Marchi, 2007). Parâmetros tais como taxa de aplicação, fator de acumulação no solo, massa corporal, taxa de ingestão (grãos, vegetais e raízes), e fator de absorção pelas plantas foram adotados da literatura científica. Dados sobre fertilizantes inorgânicos foram tomados da indústria, bem como da literatura científica. Outros parâmetros, considerados não específicos da população brasileira foram adaptados da USEPA, de acordo com o TFI.

Para facilitar o uso dessa metodologia e da interpretação de seus resultados, o programa *Etrace Express* foi desenvolvido. Este programa é a segunda geração dentre as versões de um pacote que ainda está em desenvolvimento. A plataforma DELPHI 2007 foi utilizada para a programação. A principal proposta desta versão é a de calcular valores para a concentração de elementos-traço em fertilizantes inorgânicos que possam, com flexibilidade, sugerir limites a serem usados como guia para órgãos reguladores que procuram a proteção da saúde humana nos cenários atuais do uso de fertilizantes, tanto no Brasil quanto no exterior.

OBJETIVO

Apresentar o programa *Etrace Express*: uma ferramenta de cálculo de Concentrações Baseadas em Risco (RBCs) de elementos-traço em fertilizantes inorgânicos que possa auxiliar no cálculo de limites seguros para o uso agrícola de forma a fornecer dados que sirvam de guia inicial para órgãos reguladores que procuram a proteção da saúde humana no atual cenário de uso de fertilizantes.

MATERIAIS & MÉTODOS

A avaliação de risco à saúde está relacionada à última parte do ciclo de vida dos fertilizantes, i.e., após a aplicação (Fig. 1). O escopo da avaliação tem foco nos fertilizantes, elementos-traço e cenários de exposição de maior preocupação (Fig. 2) e suas principais vias de exposição (Fig. 3).

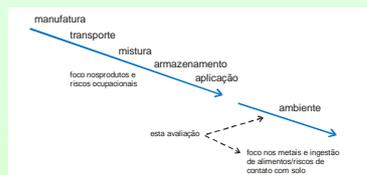


Fig. 1. Avaliação de risco para o ciclo de vida de um fertilizante inorgânico (TFI, 2000)

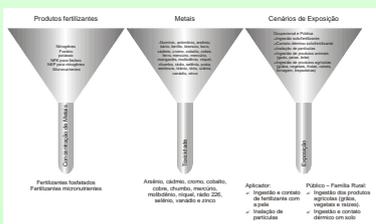


Fig. 2. Focalizando o escopo desta avaliação – foco nos fertilizantes, elementos-traço e cenários de exposição de maior preocupação (TFI, 2000)

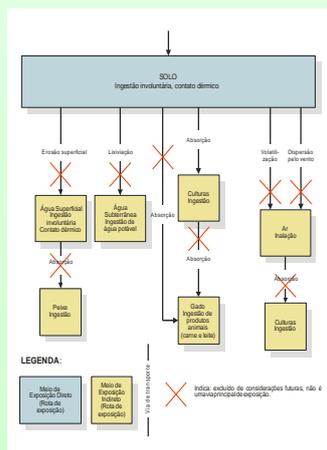


Fig. 3. Vias potenciais de exposição a elementos-traço em fertilizantes inorgânicos após a aplicação incluem: vias de transporte, potenciais meios de exposição e rotas de exposição associadas (TFI, 2000)

Concentrações baseadas em risco (RBCs) para fertilizantes inorgânicos

RBCs unitárias (RBCs normalizadas representando 1% da fração do conteúdo de nutriente) foram ajustadas para representar fertilizantes.

Avaliação de risco à saúde:

- A comparação da mais baixa RBC à máxima concentração de um elemento-traço fornece a estimativa mais protetora dos riscos à saúde.
- Se a concentração de um elemento-traço no fertilizante está abaixo da RBC, não há risco à saúde. Se a concentração de um elemento-traço está acima da RBC, então uma avaliação mais detalhada é necessária.

Derivação das concentrações baseadas em risco (RBCs)

Equação 1.0 RBC para uma propriedade agrícola com um grupo de culturas

$$RBC = \frac{TR \text{ ou } THH}{SACF \cdot (LAR \cdot 1) \cdot FON \cdot (ED \cdot EF \cdot IR \cdot RAF \cdot CF \cdot TOX) \cdot (ED \cdot EF \cdot SA \cdot AF \cdot ABS \cdot TOX) \cdot BW \cdot AT}$$

onde:

- RBC = Concentração Baseada em Risco (mg MOP/kg produto);
- TR/THH = Risco Aceitável do Alvo ou Índice de Perigo (adimensional);
- AR = Taxa de Aplicação (g/m² ano);
- FON = Fração de Nutriente (adimensional);
- SACF = Fator de Acumulação no Solo (m³ ano/g);
- ED = Duração da Exposição (anos);
- EF = Frequência de Exposição (dias/ano);
- BW = Peso do Corpo (kg);
- AT = Tempo Médio (dias);
- CF = Fator de Conversão (x 10³ kg/mg);
- IR = Taxa de Ingestão de Solo (mg/dia);
- SA = Área Superficial (cm² levantada);
- AF = Fator de Adesividade (mg/cm²);
- IRa = Taxa de Ingestão de produtos agrícolas (kg/dia);
- RAF = Fator de Absorção Relativa (RAF) (adimensional);
- ABS = Fator de Absorção Absoluta (adimensional);
- PUF = Fator de Absorção pela Pele (adimensional);
- TOX = Valores de Toxicidade (mg/kg-dia ou mg/kg-dia²).

RESULTADOS

Etrace express:

A entrada de dados do programa se apresenta em duas guias. Na guia configuração são escolhidos os parâmetros que definem os fertilizantes e cenários principais (Fig. 4). Na guia entrada de dados são adicionados os parâmetros relacionados às vias de exposição (Fig. 5). Após o preenchimento dessas duas guias, ao pressionar o botão calcular, o cálculo da RBC é apresentado na guia resultado, junto com dados do cenário selecionado (Fig. 6).



Fig. 4. Guia de parâmetros principais



Fig. 5. Guia relacionada aos parâmetros das vias de exposição



Fig. 6. Guia de resultados

O programa *Etrace Express* calculou RBCs para o cenário brasileiro (Tabelas 1 e 2) e do estudo do TFI (2000), de acordo com as bases de dados levantadas em Guilherme & Marchi (2007). Os resultados obtidos pelo programa foram idênticos aos apresentados por aqueles autores para fertilizantes fosfatados e micronutrientes. O programa, portanto, funcionou de forma adequada, e espera-se que sua aplicação possa ser utilizada em análises de risco de elementos-traço em fertilizantes inorgânicos, orgânicos, resíduos industriais e urbanos, bem como para fertilizantes alternativos produzidos a partir de rocha moída.

Tabela 1. RBCs unitárias para fertilizantes fosfatados (mg MOP/kg produto para cada 1% de P₂O₅ no fertilizante fosfatado)

Cenário	Arsênio, carcinogênico		Cádmio		Cromo		Cobalto		Cobre		Chumbo		Mercúrio		Molibidênio		Níquel		Selênio		Vanádio		Zinco	
	Adulto	Criança	Criança	Criança	Criança	Criança	Criança	Criança	Criança	Criança	Criança	Criança												
Brasil	2,9	5,8	81470	6389	165	85	85	0,6	216	435	582	10064	388											
TFI	4,5	23	34000	3100	280	73	0,9	42	350	120	2200	1200												

Tabela 2. RBCs unitárias para fertilizantes contendo Zn como micronutriente (mg MOP/kg produto para cada 1% de Zn no fertilizante)

Cenário	Arsênio, carcinogênico		Cádmio		Cromo		Cobalto		Cobre		Chumbo		Mercúrio		Molibidênio		Níquel		Selênio		Vanádio		Zinco	
	Adulto	Criança	Criança	Criança	Criança	Criança	Criança	Criança	Criança	Criança	Criança	Criança												
Brasil	128	351	3195903	277481	6531	3818	31	8575	19556	23919	483249	14418												
TFI	38	210	220000	23000	1800	500	6,5	300	2600	800	17000	8600												

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, protocolo 578674/2008-4, por fornecer apoio financeiro para o desenvolvimento do programa *Etrace*.

REFERÊNCIAS

- TFI The Fertilizer Institute. 2000. Health risk evaluation of select metals in inorganic fertilizers post application. Washington, The Weinberg Group Inc. Disponível em: <http://aapfco.org/tfIRiskStd.pdf>.
- GUILHERME, L.R.G. & MARCHI, G. 2007. Metais em fertilizantes inorgânicos: Avaliação de risco à saúde após a aplicação. 1 ed. São Paulo, ANDA. 154 p. Disponível em: <http://www.anda.org.br>.