

CONTAMINAÇÃO DE SOLOS POR METAIS PESADOS PELA ADUBAÇÃO

Rodrigo Horst¹, Pedro Hugo de Angelo Matheos¹, Karym Mayara de Oliveira², Rayane Monique Sete da Cruz² e Carolina Amaral Tavares da Silva³

¹Engenheiro Agrônomo, especialista em Manejo da Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas pela Universidade Paranaense – UNIPAR, Umuarama – PR. E-mail: odivarz@yahoo.com.br, pedro-hugo@hotmail.com

²Discente do Programa de Pós-graduação em Agronomia – UEM, Maringá – PR. E-mail: karym_mayara@hotmail.com, rayanesete@hotmail.com

³Docente do Programa de Pós-graduação em Manejo da Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas – UNIPAR, Umuarama – PR. E-mail: carolinaamaral@prof.unipar.br

RESUMO: No Brasil, a Resolução CONAMA 420/2009 do Conselho Nacional do Meio Ambiente regula o nível máximo de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. Com o uso indiscriminado e exorbitante de adubações contendo resquícios de metais pesados é crescente o acúmulo dos mesmo no solo. Sendo assim a presente revisão tem por objetivo realizar um levantamento dos problemas da acumulação de metais pesados, disseminados através do uso inadequado de adubações e suas consequências no solo e nas plantações. Em termos de poluição ambiental e contaminação de solos, os metais podem ser classificados de acordo com três critérios: não-crítico; tóxico e muito tóxico. A necessidade de grandes quantidades de fertilizantes fosfatados e corretivos nos solos intemperizados das regiões tropicais, em razão da acidez e do elevado poder tampão, contribui para o aumento do potencial poluidor desses produtos. Concluindo-se portanto que, a utilização de maneira inadequada da adubação, gera o acúmulo de resíduos (metais pesados), que são prejudiciais ao solo e consequentemente as plantas e aqueles que delas utilizam.

PALAVRAS-CHAVE: adubação, metais pesados, solos contaminados.

CONTAMINATION OF SOILS BY HEAVY METALS BY FERTILIZATION

ABSTRACT: In Brazil, Resolution CONAMA 420/2009 of the National Environmental Council regulates the maximum level of chemical substances and establishes guidelines for the environmental management of areas contaminated by these substances as a result of anthropic activities. With the indiscriminate and exorbitant use of fertilizations containing remnants of heavy metals is increasing the accumulation of the same in the soil. Therefore, the objective of this review is to survey the problems of accumulation of heavy metals, disseminated through the inappropriate use of fertilizers and their consequences on soil and plantations. In terms of environmental pollution and contamination of soils, metals can be classified according to three criteria: non-critical; toxic and very toxic. The need for large quantities of phosphatic and corrective fertilizers in the temperate soils of the tropical regions, due to the acidity and the high buffering capacity, contributes to the increase of the pollutant potential of these products. It is therefore concluded that improper use of fertilization generates the accumulation of residues (heavy metals), which are harmful to the soil and consequently to plants and those who use them.

KEYWORDS: biological fixation, symbiosis, bacteria.

INTRODUÇÃO

Metais pesados (MP) são definidos como elementos com densidade relativa maior que 5 g cm^{-3} e alguns de seus exemplares, tais como Fe, Cu, Zn e Mn, são essenciais para várias funções fisiológicas nos seres vivos e plantas, enquanto outros, como Cd, Pb e Hg, não têm funções biológicas conhecidas (Carneiro et al., 2001).

A contaminação do solo com altas concentrações de metais pesados pode ocorrer naturalmente, através da proximidade de afloramentos minerais, antropogenicamente, como resultado de atividades industriais (Baker et al., 1994) e até mesmo através da aplicação de fertilizantes minerais no solo. Segundo Sharpley e Menzel (1987), estes MP podem ser introduzidos na cadeia alimentar pela adição de fertilizantes ao solo, principalmente fosfatados.

No Brasil, a Resolução CONAMA 420/2009 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2009) regula o nível máximo de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. De acordo com o nível de contaminação, esta sinaliza a necessidade de realizar práticas preventivas, a fim de garantir a manutenção da funcionalidade do solo ou a implementação de medidas corretivas destinadas a restabelecer a qualidade do solo e promover a sustentabilidade de forma compatível com os usos pretendidos (CONAMA 420/2009).

Em geral, os parâmetros para o controle da poluição do solo baseiam-se na quantidade total de metais pesados, contudo, a fração total de um metal no solo não é um parâmetro confiável para evidenciar sua disponibilidade (Roca e Pomares, 1991). Segundo Forstner (1985), alteração de parâmetros ambientais como pH ou descarga de agentes complexantes, afetam os processos de adsorção e desorção, onde normalmente a adsorção de metais aumenta à medida que o pH aumenta. Assim, conforme aumenta a adsorção desses metais aos colóides de solo, diminui sua disponibilidade para as plantas.

Os valores médios de concentração de metais pesados, no âmbito mundial, são bastante heterogêneos e essas variações decorrem principalmente da diversidade de solos e dos diferentes métodos de extração e análise utilizados (Fadigas et al., 2002). A maioria das espécies vegetais crescendo em solos contaminados por metais pesados não consegue evitar a absorção desses elementos, mas somente limitar sua translocação das raízes para a parte aérea das plantas (Baker, 1981). Os metais absorvidos sofrem um transporte radial na raiz e seguem essencialmente via xilema para a parte aérea das plantas, especialmente até folhas ou grãos (Corguinha, 2011).

Os metais pesados estão associados à poluição ambiental e toxicidade aos seres vivos. Alguns metais pesados, incluindo Cu, Zn, e Mn, são micronutrientes requeridos em ampla variedade de processos fisiológicos; no entanto, podem ser tóxicos em concentrações elevadas. Metais pesados como Cd, Pb e Hg não possuem função conhecida para as plantas e são altamente tóxicos, mesmo em baixas concentrações (Fernandes, 2006).

Faquin (2005) classifica elemento tóxico, essenciais ou não, quando são prejudiciais à planta. Os adubos minerais possuem pequenas quantidades de metais pesados, não sendo somente uma característica dos resíduos orgânicos. As rochas fosfatadas geralmente contêm cádmio e outros elementos, que irão contaminar os adubos fosfatados e consequentemente os solos.

O objetivo do presente trabalho foi realizar um levantamento dos problemas da acumulação de metais pesados, disseminados através do uso inadequado de adubações e suas consequências no solo e nas plantações.

DISCUSSÃO

Metais pesados e sua toxicidade no solo

Em termos de poluição ambiental e contaminação de solos, os metais podem ser classificados de acordo com três critérios: não-crítico; tóxico e muito tóxico.

A toxicidade dos metais é uma questão de dose ou de tempo de exposição, da sua forma físico-química e da via de administração e/ou absorção. O seu caráter tóxico depende da interação com o organismo vegetal e normalmente ocorre em três etapas: I. Estágio de entrada e absorção; II. Estágio no organismo, onde ocorrem transporte, a distribuição, acumulação, biotransformação e efeito; e III. Estágio de saída do organismo. Em cada um desses estágios, encontram-se elementos em diferentes formas químicas e físicas, cujas características anatômicas e propriedades fisiológicas dos órgãos ou sistema são apropriadas para as diversas interações observadas nos organismos (Dinardi et al., 2003).

Na maioria das vezes, as formas tóxicas dos metais pesados apresentam baixa mobilidade no solo (Pierangeli et al., 2001).

Casos de fitotoxidez em solos e plantas por metais pesados

O acúmulo de metais pesados em solos agrícolas é um aspecto de grande preocupação quanto à segurança ambiental. Esses elementos podem expressar seu potencial poluente

diretamente nos organismos do solo, pela disponibilidade às plantas em níveis fitotóxicos, além da possibilidade de transferência para a cadeia alimentar, por meio das próprias plantas, ou pela contaminação das águas de superfície e subsuperfície (Chang et al., 1987; Soares et al., 2005).

Há uma grande variação quanto à sensibilidade de espécies vegetais aos metais pesados. Em revisão realizada por Adriano (2001), 48 culturas foram classificadas de muito sensíveis a muito tolerantes a diversos metais pesados. A sensibilidade à presença de metais pesados no solo diminui na seguinte ordem para essas culturas: amendoim (*Arachis hypogaea* L.), soja (*Glycine max* (L.) Merrill) e milho (*Zea mays* L.). Dentro da espécie vegetal, a tolerância ou sensibilidade também pode variar.

No entanto, trabalhos recentes demonstram que plantas cultivadas com altas concentrações de metais pesados podem oferecer risco à saúde humana (Martins et al., 2003; Rangel et al., 2006). Chaney (1980) definiu o conceito “barreira solo-planta”, pelo qual é possível agrupar os elementos químicos nas seguintes categorias: grupo 1 – inclui os elementos insolúveis no solo (Ti, Cr, Zr, Y, Ag e Sn) ou nas raízes fibrosas das plantas, de forma que a parte aérea delas não constitui fonte de transferência desses elementos, mesmo quando o solo está altamente contaminado; grupo 2 – inclui os elementos que podem ser absorvidos pelas raízes, Hg e Pb, mas não são translocados para a parte aérea, em quantidades suficientes para causar risco de transferência na cadeia trófica; grupo 3 – inclui os elementos Zn, Cu, Ni, B, Mn e aqueles para os quais a planta não consegue restringir a translocação e entrada na cadeia alimentar; grupo 4 – inclui os elementos Se e Mo, conhecidos por causarem toxicidade alimentar, e o Cd tóxico ao arroz irrigado.

A absorção pelas plantas, em um solo com diversos metais pesados, pode ser diferente da verificada com elementos isolados, em razão das diversas interações entre esses, que podem ser independentes, antagonistas ou sinérgicas, e as respostas das espécies ao excesso de metais pesados deve ser diferenciada, em consequência da especiação desses elementos no solo (Barceló e Poschenrieder, 1992).

Relação adubação e meio ambiente

Segundo Sharpley e Menzel (1987), de um modo geral, os produtos mais estudados e discutidos do ponto de vista de adição de metais pesados tóxicos ao solo têm sido o lodo de esgoto e os adubos fosfatados.

A necessidade de grandes quantidades de fertilizantes fosfatados e corretivos nos solos intemperizados das regiões tropicais (Latossolos e Podzólicos), em razão da acidez e do elevado

poder tampão, contribui para o aumento do potencial poluidor desses produtos (Mann e Ritchie, 1995), pois contêm pequenas quantidades de metais pesados, como impurezas, especialmente o Cd (Mortvedt, 1987). Esses metais, acumulados no solo, podem-se tornar disponíveis para absorção pelas plantas e entrar na cadeia alimentar humana.

Considerações finais

O uso de adubos, substâncias que suprem a deficiência de nutrientes em solos de plantações, pode até parecer boa num primeiro momento, já que intensifica a produção agrícola. Mas, podem causar sérios problemas ao meio ambiente e aos seres humanos quando usados indiscriminadamente e sem indicações especializadas, e estão sendo cada vez mais usados à medida em que as demandas por alimentos e agrotóxicos crescem. Entre os principais riscos estão a degradação da qualidade do solo e a poluição das fontes de água e da atmosfera, que são causadas pela presença de substâncias tóxicas como os metais pesados presentes nos mesmos.

CONCLUSÃO

De acordo com o levantamento de dados, a utilização de maneira inadequada da adubação, gera o acúmulo de resíduos (metais pesados), que são prejudiciais ao solo e consequentemente as plantas e aqueles que delas utilizam.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Paranaense – UNIPAR e Universidade Estadual de Maringá – UEM pelo apoio à pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ADRIANO, D.C. **Trace elements in the terrestrial environment: biogeochemistry, bioavailability, and risks of metals**. New York: Springer, 2001. 867p.
- BAKER A.J.M. Accumulators and excluders - strategies in the response of plants to heavy metals. **Journal of Plant Nutrition**, v. 3, p. 643- 654, 1981.

BARCELÓ, J.; POSCHENRIEDER, C. Respuestas de las plantas a la contaminación por metales pesados. **Suelos y Planta**, v.2, p.345- 361, 1992.

CHANEY, R.L. Health risks associated with toxic metals in municipal sludge. In: BITTON, G.; DAMRON, B.L.; EDDS, G.T.; DAVIDSON, J.M. (Ed.). Sludge health risks of land application. Ann Arbor: **Ann Arbor Science**, 1980. p.59-83.

CHANG, A.C.; PAGE, A.L.; WARNEKE, J.E.; GRGUREVIC, E. Sequential extraction on soil heavy metals following a sludge application. **Journal of Environmental Quality**, v.13, p.33-38, 1987.

CORGUINHA, A. P. B. **Elementos- traços em partes comestíveis de produtos agrícolas**. 2011. 94 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do solo). Universidade Federal de Lavras, Lavras 2011.

CONAMA- **Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução no 420, de 28 de dezembro de 2009**. "Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas.", Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]. Brasília, DF, nº 249, de 30/12/2009, págs. 81-84. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res09/res42009.pdf>. Acessado em 20 de maio de 2018.

DINARDI, A.L., et al. **Fitorremediação**. 3º fórum de estudos contábeis. Faculdade integrada Claretiana, Rio Claro, São Paulo. 2003.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Textos acadêmicos. Lavras: UFLA/FAEPE, 2005. 183 p.

FERNANDES, M. S. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. 432 p.

MANN, S.S. e RITCHIE, G.S.P. Forms of cadmium in sandy soils after amendment with soils with higher fixing capacity. **Environ. Poll**, v. 87, p. 23-29, 1995.

MARTINS, A.L.C.; BATAGLIA, O.C.; CAMARGO, O.A.; CANTARELLA, H. Produção de grãos e absorção de Cu, Fe, Mn e Zn pelo milho em solo adubado com lodo de esgoto, com e sem calcário. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.563-574, 2003.

MORTVEDT, J.J. Cadmium levels in soils and plants from some long-term fertility experiments in the United States of America. **Journal of Environmental Quality**, v. 16, p. 137-142, 1987.

PIERANGELI, M.A.P.; GUILHERME, L.R.G.; OLIVEIRA, L.R.; CURI, N., SILVA, M.L.N. Efeito da força iônica da solução de equilíbrio sobre a adsorção e dessorção de chumbo em latossolos brasileiros. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 36, p. 1077-1084, 2001.

RANGEL, O.J.P.; SILVA, C.A.; BETTIOL, W.; DYNIA, J.F. Efeitos de aplicações de lodos de esgoto sobre os teores de metais pesados em folhas e grãos de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, p.583-594, 2006.

ROCA, J.; POMARES, F. Prediction of available heavy metals by six chemical extractants in a sewage sludge-amended soil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.22, p.2119-2136, 1991.

SHARPLEY, A.N.; MENZEL, R.G. The impact of soil and fertilizer phosphorus on the environment. **Advances in Agronomy**, v.41, p.297-324, 1987.

SOARES, C.R.F.S.; SIQUEIRA, J.O.; CARVALHO, J.G. de; MOREIRA, F.M.S. Fitotoxidez de cádmio para *Eucalyptus maculata* e *E. urophylla* em solução nutritiva. **Revista Árvore**, v.29, p.175- 183, 2005.