

ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA ARGILA E DA MATÉRIA ORGÂNICA NA FITOGENOTOXICIDADE DE SOLOS CONTAMINADOS POR ARSENIO OU ZINCO

Modalidade: () Ensino (X) Pesquisa () Extensão

Nível: () Médio () Superior (X) Pós-graduação

Área: () Química () Informática () Ciências Agrárias () Educação (X) Multidisciplinar

Autores : Valéria C. SILVA^a, Gabriel POYER-RADETSKI^a, Renan C. TESTOLIN^b, Larissa L. Fischer^b, Claudemir M. RADETSKI^b.

Identificação autores: ^a IFSC-Florianópolis SC; ^b UNIVALI, Itajaí, SC

Introdução

Entre os constituintes naturais da composição dos solos, os metais estão presentes em concentrações ou formas que não oferecem riscos ambientais, porém, em altas concentrações, estes metais causam efeitos deletérios sobre a biosfera (Alloway, 1995; Kabata Pendias and Pendias, 2001). O teor total de metais livres no solo é atribuído ao grau de intemperismo, à intensidade da lixiviação e à composição química do material de origem, sendo que todos estes aspectos devem ser considerados para a compreensão da ciclagem e da biodisponibilidade destes metais (McBride, 1994). De acordo com Barrow (1989) e Hering (1994), também se faz necessário entender os principais processos que envolvem a compartimentalização dos elementos-traço entre as fases sólida e líquida dos solos, entendidos como a adsorção/dessorção e precipitação/dissolução, os quais são susceptíveis de mudanças em função das condições ambientais. Assim, estes processos são influenciados por diferentes propriedades do meio, sendo as mais relevantes o pH, o potencial redox e a complexação por ligantes (Ure and Davidson, 1995; Kabata Pendias and Pendias, 2001). Estes processos determinam a especiação química dos metais no meio, o que determina por consequência seu comportamento químico (reatividade, solubilidade, biodisponibilidade e mobilidade) (Guilherme et al., 2005). Sob o ponto de vista ecogenotoxicológico, a biodisponibilidade dos metais, potencial causadora dos efeitos ecogenotóxicos, varia em função da sorção dos metais pelas argilas, matéria orgânica e certos óxidos. Já com relação à matéria orgânica do solo, sabe-se que há formação de complexos metálicos com compostos orgânicos, principalmente ácidos húmicos e fúlvicos, ricos em grupamentos hidroxilas e carbonilas que possuem cargas negativas em pHs básicos, diminuem a disponibilidade e toxicidade de metais para plantas e reduzem sua mobilidade no solo (USEPA, 1983). Assim, o objetivo deste trabalho foi o de avaliar a formação de micronúcleos na planta *Vicia faba* cultivada em solos contaminados com Arsênio ou Zinco e tendo na constituição diferentes teores de argila e Matéria Orgânica (i.e., húmus).

Material e Métodos

As plantas, *Vicia faba*, foram expostas a 2 contaminantes, Arsênio (As) e Zinco (Zn) e um controle positivo, a hidrazida maleica (HM). As quantidades de arsênio adicionadas para os plantios em solos foram 0,055; 1 e 10 mg As Kg⁻¹ de solo seco. Para o zinco usou-se as concentrações 0,55; 10 e 100 mg Zn Kg⁻¹ de solo seco. O solo usado para nos experimentos foi constituído de 9 diferentes proporções de areia, argila e MO. O teste de micronúcleos com *Vicia faba* seguiu o protocolo ISO 29200/2010.

Resultados e discussão

A Figura 1 reúne os resultados obtidos com as 3 concentrações de cada metal nos testes fitogenotóxicos realizados com o solo e com o lixiviado do solo.

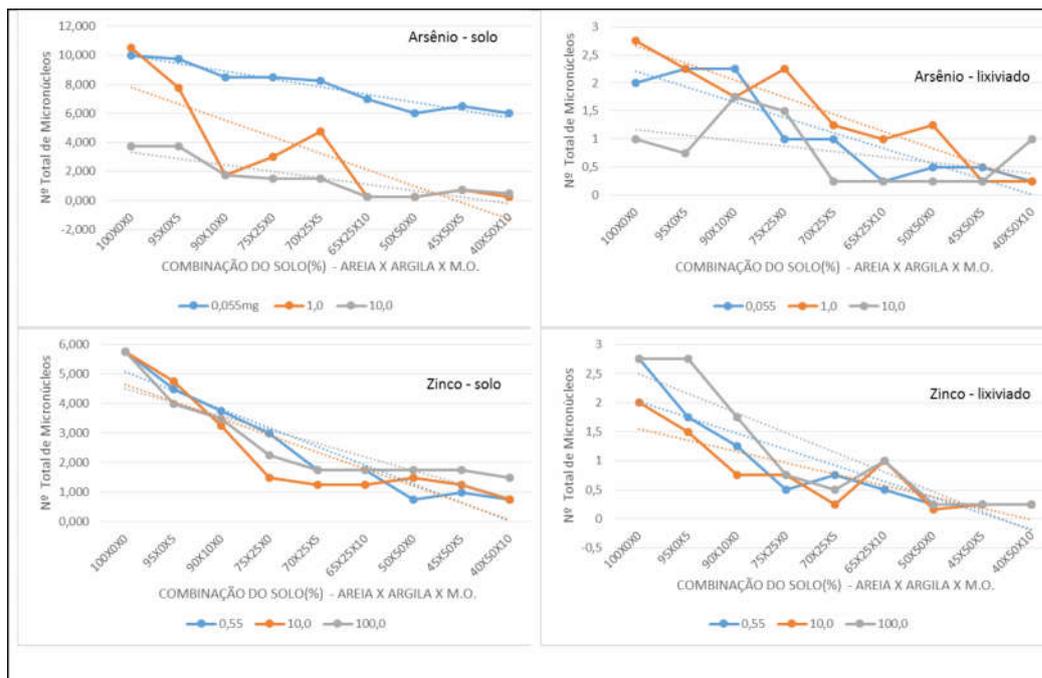


Figura 1.
Número de

micronúcleos em função das 3 concentrações de cada metal nas combinações de solo testadas: a) As solo; b) As lixiviado; c) Zn solo; d) Zn lixiviado.

Os resultados mostraram que existe uma relação clara entre a diminuição da biodisponibilidade dos metais e a diminuição do potencial fitogenotóxico, pois as combinações com menores valores de argila e MO foram aquelas que apresentaram as maiores frequências de formação de micronúcleos e vice-versa. Assim, diferentes processos tiveram lugar quando o contaminante químico interagiu com os constituintes do solo, tais como adsorção/dessorção, complexação, precipitação, oxidação e redução, sendo que estes processos definiram a especiação química do contaminante, condicionando a

biodisponibilidade dessas substâncias para as plantas, alterando a solubilidade e lixiviação nos solos e, conseqüentemente, a fitogenotoxicidade avaliada pelo Teste do micronúcleo com *Vicia faba* (McBride, 1994; Dayton et al., 2006) A disponibilidade de metais para as plantas ou a susceptibilidade para lixiviar é maior quando os metais estão presentes no solo na forma de íons livres, como cátions (Tessier and Turner, 1995). Desta forma, a captura de metais pela raiz depende dos seguintes fatores: forma química dos elementos no solo (i.e., especiação), a CTC (relativa às quantidades de matéria orgânica e argila) e a fisiologia da raiz, sendo uma questão complexa em termos de elucidação específica, pois todos os processos acontecem simultaneamente (USEPA, 1983; Richards, 1998; McLaughlin, 2002). Uma outra observação na Figura 1 diz respeito ao número de micronúcleos formados na exposição direta das plantas ao solo com relação à exposição indireta das plantas, isto é, em solução, os quais sempre foram em menor quantidade na exposição indireta. A primeira razão é que a concentração dos metais nos lixiviados é menor do que no solo, pois nem toda a quantidade de metais nos solos deve ter sido lixiviada. Contudo, há de se ressaltar que existem resultados contraditórios na literatura. Assim, Knasmüller et al. (1998) testaram quatro metais (CrO_3 , CrCl_3 , NiCl_2 e SbCl_3) expondo *Vicia faba* ao solo e às soluções destes metais em dois pHs diferentes (4,0 e 7,0). Os resultados mostraram que os testes com lixiviados foram menos sensíveis que os testes com solo na detecção de efeitos genotóxicos, enquanto que Steinkellner et al. (1998) observaram que a parte radicular da planta *Vicia faba* foram incapazes de detectar o potencial genotóxico de solos contaminados por metais. Chandra et al. (2004), usando diluições idênticas de um efluente de curtume, compararam os efeitos da exposição direta (isto é, o solo) e indireta (isto é, o lixiviado) na planta *Vicia faba*. Os autores observaram que as aberrações cromossômicas e mitóticas foram duas vezes mais elevadas em meio aquoso do que no meio sólido, indicando que o solo interfere com o comportamento poluente. Mais recentemente, Song et al. (2007) compararam a exposição da planta *Vicia faba* no solo e em extratos aquosos de cinco solos contaminados por hidrocarbonetos aromáticos policíclicos. Estes autores observaram um aumento na frequência dos micronúcleos em ambos os meios de exposição, mas com uma resposta inferior na exposição com contato direto da parte radicular com o solo. Outras hipóteses associadas às propriedades do meio podem também ser propostas para explicar a diferença de formação dos micronúcleos entre os dois modos de exposição. Por exemplo, no solo, a capacidade tampão e a porosidade do meio podem limitar

a biodisponibilidade de contaminantes para a parte radicular. Nesse sentido, a compactação de certas combinações contendo argila certamente influenciaram a penetração e adsorção dos contaminantes testados. Não obstante, o teste de contato direto é representativo das condições ambientais e evita a interferência, por exemplo, das variações causadas pelo procedimento de extração, especialmente no caso de compostos sensíveis ao pH ou que não sejam extraíveis, ou ainda, o teste de exposição direta integra as propriedades do solo que afetam a biodisponibilidade do contaminante, sendo por isso relevante do ponto de vista ambiental (Ferrara et al., 2001).

Conclusão

Existe uma relação clara entre a diminuição da biodisponibilidade dos metais provocada pela presença de argila e MO e a diminuição do potencial fitogenotóxico, pois as combinações de solo com menores valores de argila e MO foram aquelas que apresentaram as maiores frequências de formação de micronúcleos. Portanto, solos com altos valores de Capacidade de Troca Catiônica (CTC) podem imobilizar maiores quantidades de metais na forma iônica, diminuindo assim a biodisponibilidade dos mesmos, o que tem por consequência menor efeito ecotóxico sobre os organismos que compõem o ecossistema deste solo.

Referências

- ALLOWAY, B. J. Heavy metals in soils. 2. ed. New York: Blackie Academic & Professional, 1995. 368p.
- BARROW, N. J. The reaction of plant nutrients and pollutants with soil. Aust. J. Soil Res., v. 27, n. 3, p. 475-492, 1989.
- CHANDRA, S.; CHAUHAN, L. K. S.; PANDE, P. N.; GUPTA, S. K. 2004. Cytogenetic effects of leachates from tannery solid waste on the somatic cells of *Vicia faba*. Environmental Toxicology 19: 129 - 133
- DAYTON, E. A. ; BASTA, N. T.; PAYTON, M. E.; BRADHAM, K. D.; JACKIE L. SCHRODER, J. L.; ROMAN P. LANNON, R. P. Evaluating the contribution of soil properties to modifying lead phytoavailability and phytotoxicity. Environ. Toxicol. and Chemistry, v. 25, n. 3, p. 719-725, 2006.
- FERRARA, G.; LOFFREDO, E.; SENESI, N. Aquatic humic substances inhibit clastogenic events in germinating seed of herbaceous plants. J. Agric. Food Chem., v. 49, n. 3, p.1652-1657, 2001.
- GUILHERME, L. R. G. ; MARQUES, J. J. ; PIERANGELI, M. A. P. ; ZULIANI, D. Q. ; CAMPOS, M. L. ; MARCHI, G. Elementos traço em solos e sistemas aquáticos. Tópicos Ci. Solo, n. 4, p. 345-350, 2005.

- HERING, J. G. Implications of complexation, sorption and dissolution kinetics for metal transport in soils. In: ALLEN, H. E.; HUANG, C. P.; BAILEY, G. W.; BOWERS, A. R. Metal speciation and contamination of soil. Boca Raton, Lewis Publishers, 1994. p. 59- 83.
- ISO - International Standardization Organization. ISO 29.200 - Soil quality - Assessment of genotoxic effects on higher plants - *Vicia faba* micronucleus test, Geneva, Switzerland, 2010.
- KABATA PENDIAS, A.; PENDIAS, H. Trace elements in soil and plants. 3. ed. Boca Raton: CRC Press, 2001.
- KNASMÜLLER, S.; GOTTMANN, E.; STEINKELLNER, H.; FOMIN, A.; PICKL, C.; PASCHKE, A.; GÖD, R.; KUNDI, M. Detection of genotoxic effects of heavy metal contaminated soils with plant bioassays. Mutation Research, v. 420, n. 1, p. 37–48, 1998.
- MCBRIDE, M. B.; Environmental Chemistry of Soils. New York: Oxford Univ. Press, 1994.
- MCLAUGHLIN, M.J. Bioavailability of metals to terrestrial plants. In: ALLEN, H.E. Bioavailability of metals in terrestrial ecosystems: Importance of partitioning for bioavailability to invertebrates, microbes, and plants. SETAC, Pensacola, Florida, USA, p. 39–68, 2002.
- RICHARDS, B.K. Metal mobility at an old, heavily loaded sludge application site. Environmental Pollution, v. 99, n. 3, p. 365-377, 1998.
- SONG, Y.F.; GONG, P.; WILKE, B. M.; ZHANG, W.; SONG, X. Y.; SUN, T. H.; ACKLAND, M. L. Genotoxicity assessment of soils from wastewater irrigation areas and bioremediation sites using the *Vicia faba* root tip micronucleus assay. J. Environ. Monit., v. 9, n. 2, p. 182–186, 2007.
- STEINKELLNER, H., MUN-SIK, K.; HELMA, C.; ECKER, S.; MA, TH; HORAK, O.; KUNDI, M.; KNASMÜLLER, S Genotoxic effects of heavy metals: comparative investigation with plant bioassays. Environ. Mol. Mutagen., v. 31, n. 2, p. 183–191, 1998.
- TESSIER, A.; TURNER, D.R. Metal Speciation and Bioavailability in Aquatic Systems. John Wiley & Sons Inc., New York, 1995.
- URE, A. M., DAVIDSON, C. M. Introduction to speciation. In: URE, A. M.; DAVIDSON, C.M., (Eds.). Chemical speciation in the environment. New York: Blackie Academic & Professional, 1995. p. 1-5.
- USEPA. Process Design Manual For Land Application of Municipal Sludge. EPA-625/1-83-016, Cincinnati, OH, 1983.