

Efeito de diferentes teores de arsênio na emergência e sobrevivência de milho ⁽¹⁾.

Paula Godinho Ribeiro⁽²⁾; Gabriel Caixeta Martins⁽³⁾ Luiz Roberto Guimarães Guilherme⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)

⁽²⁾ Graduação Agronomia; Bolsista CNPq ITI-A, Universidade Federal de Lavras; Lavras, Minas Gerais; paulagribeiro94@hotmail.com; ⁽³⁾ Doutorando Departamento de Ciências do Solo; Universidade Federal de Lavras; ⁽⁴⁾ Professor Departamento de Ciências do Solo; Universidade Federal de Lavras.

RESUMO: O arsênio (As) tem potencial tóxico elevado e afeta o desenvolvimento dos vegetais. O objetivo do trabalho foi avaliar o comportamento de sementes de *Zea mays* L. submetidas a diferentes doses deste elemento. O experimento foi realizado utilizando-se 3 solos: Latossolo, Cambissolo e artificial (OECD-207). Os testes seguiram recomendações da Resolução CONAMA 420 de 2009, ISO 11.269-2 e OECD-208. Foram usadas sementes de milho híbrido (Cultivar BM3061), sendo estas expostas a doses de As (0; 8; 14,5; 26; 46,5; 84; 150; 270 mg kg⁻¹). Avaliou-se a emergência, índice de velocidade de emergência (IVE) e sobrevivência. Todas as variáveis foram influenciadas pelas doses avaliadas. Os sintomas de toxidez foram menos severos para o Cambissolo se comparado com os demais solos.

Termos de indexação: *Zea mays* L.; fitotoxicidade; elemento-traço.

INTRODUÇÃO

O arsênio (As) é considerado um elemento tóxico às plantas e aos seres vivos (Guilherme et al., 2005). Sua presença no meio, dependendo da concentração, pode causar entre outros sintomas, inibição de crescimento e morte de plantas (Guls et al., 2005).

Na natureza é oriundo, principalmente, de fontes naturais (Rosas-Castor et al., 2014). Dentre elas, cita-se o intemperismo de rochas e minerais que o contenham. Além destas, menciona-se também de fontes antrópicas, tais como a deposição de rejeitos de mineração (Gilberti, 2012).

A emergência de plântulas é influenciada por fatores como luz, temperatura, umidade e substrato. Assim, solos que apresentam níveis tóxicos de arsênio podem prejudicar ou mesmo inibir o desenvolvimento de vegetais.

O milho (*Zea mays* L.) é um cereal de grande importância econômica e social em todo mundo. É utilizado como fonte nutricional na alimentação

humana e animal. O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de milho.

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de diferentes teores de arsênio em diferentes solos na emergência e sobrevivência do milho. Além de prover informações básicas sobre o efeito do As nas plantas, este estudo visa a geração de dados incrementais para a validação de valores de prevenção para arsênio em solos brasileiros.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras/UFLA, em Lavras - MG, segundo as recomendações da Resolução CONAMA 420 de 2009, ISO 11.269-2 e OECD-208.

Tratamentos e amostragens

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado. Utilizaram-se duas classes de solo, Latossolo Vermelho Amarelo (24% de argila) e Cambissolo Háplico (31 % de argila), além de um solo artificial (20 % de argila) (OECD-207). Para cada solo utilizaram-se oito doses de As (0; 8; 14,5; 26; 46,5; 84; 150; 270 mg kg⁻¹) aplicadas ao solo via solução de AsHNa₂O₄.7H₂O. Não foi realizada a incubação do solo com a solução, ou seja, a semeadura ocorreu em menos de 24 horas após a contaminação. Para os solos naturais, realizaram-se cinco repetições e para o solo artificial, três.

A adubação dos vasos foi aplicada segundo Malavolta (1980) em doses para 30 dias. Não realizou-se a correção do pH do solo visando maior semelhança com as condições naturais.

Procedeu-se à semeadura de 10 sementes de milho (híbrido Cultivar BM3061) por vaso. Todos os vasos foram preenchidos com 500 g do solo seco ao ar tamisado em peneira de 2 mm. Durante a condução do experimento, a umidade do solo foi mantida entre 50 e 60% da capacidade de campo. O ensaio teve uma duração de vinte e um dias,



contados após a emergência de 50% das plantas do controle.

Após a semeadura, procedeu-se, diariamente à contagem das plântulas emergidas com mais de 2 mm de cotilédono. A partir desta contagem, determinou-se a emergência total, o índice de velocidade de emergência (IVE) (Maguire, 1962), velocidade de emergência (Edmond & Drapala, 1958) e primeira e última contagem para a cultura do milho (Brasil, 2009). A sobrevivência foi determinada como a diferença entre o número total de plântulas emergidas e o número de plântulas aos 21 dias.

Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), utilizando o software SISVAR 5.3 (Ferreira, 2000). Os gráficos apresentados contêm as médias das variáveis analisadas e barras de erro padrão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados evidenciam que as doses de arsênio afetaram os parâmetros avaliados. Observa-se a partir da **figura 1** que não houve efeito do As sobre a emergência total no Cambissolo, diferentemente do Latossolo e do solo artificial. Nestes solos foram observadas alterações a partir da dose 150 mg kg⁻¹. Verificou-se, para o Cambissolo, maior número de plantas germinadas, seguido pelo Latossolo e artificial. A dose de 150 mg kg⁻¹ foi responsável por uma redução de, aproximadamente, 51% na germinação das sementes de milho no Latossolo em relação ao controle. Reduções da taxa de germinação também foram observadas por Gilberti (2012), ao trabalhar com *Baccharis dracunculifolia* DC, sob diferentes concentrações de Arsênio.

Nota-se, também, a influência do As sobre o início da emergência do milho (**Figura 2**) e na última contagem (**Figura 3**). Esta se deu de forma semelhante ao observado para a emergência total. Entretanto, diferenças entre solos dentro de uma mesma dose se deram somente a partir da dose 84 mg kg⁻¹, diferentemente das variáveis emergência total e última contagem, nas quais foram observadas diferenças a partir da dose 46,5 mg kg⁻¹.

Reduções também foram observadas na sobrevivência das plântulas em função das doses em todos os solos (**Figura 4**). As diferenças entre os solos foram observadas a partir da dose 26 mg kg⁻¹. O solo artificial foi o mais afetado, sendo 46,5 mg

kg⁻¹ a menor dose a se diferenciar do controle. Além disso, este solo não permitiu a manutenção das plantas nas doses 150 mg kg⁻¹ e 270 mg kg⁻¹ ao final do teste. No Latossolo, os efeitos se deram a partir da dose 150 mg kg⁻¹ e no Cambissolo somente na dose de 270 mg kg⁻¹.

No Cambissolo, para o índice de velocidade de emergência (**Figura 5**), observaram-se médias superiores aos demais solos nas doses de 150 mg kg⁻¹ e 270 mg kg⁻¹. Neste solo, o IVE não foi afetado significativamente pelos crescentes níveis de As. Porém, no latossolo, houve redução de 77% na dose 270 mg kg⁻¹ e cerca de 79% na dose 150 mg kg⁻¹ no solo artificial. Quanto à velocidade de emergência, observa-se que o solo artificial e o Latossolo demandaram um maior número de dias para se chegar a máxima germinação (**Figura 6**).

Por terem sido fornecidas as mesmas condições nutricionais e ambientais, os efeitos observados podem ser atribuídos ao As.

Muitos são os fatores que influenciam a biodisponibilidade de As no solo, dentre os quais citam-se a textura e a mineralogia (Kabata-Pendias, 2011). Estes são, possivelmente, os fatores que condicionaram as diferenças observadas entre os solos. Os melhores resultados foram observados para o Cambissolo, seguido do Latossolo e, por fim, no artificial. Isto pode ser atribuído à fitodisponibilidade do As no solo. Maiores teores de argila e de óxidos de ferro são responsáveis por maior adsorção do As e, conseqüentemente, menor disponibilidade deste elemento para a solução do solo. Assim, os efeitos mais negativos nas variáveis avaliadas no solo artificial são justificáveis pela menor adsorção de As devido ao seu menor teor de argilas e de sua composição caulínica. Isso não ocorreu no Cambissolo, que possui maior teor de argila e maior presença de óxidos de ferro, facilmente observada pela sua coloração mais avermelhada.

Além da toxicidade deste elemento, sabe-se que o arsênio influencia negativamente a absorção do íon fosfato, devido à similaridade química entre eles (Mallick, 2012). Assim, a qualidade nutricional é afetada e há prejuízos ao desenvolvimento da planta, uma vez que o fósforo é um nutriente importante na regulação enzimática e constituição de ácidos nucleicos.

CONCLUSÕES

O arsênio promove alterações na emergência, sobrevivência, índice de velocidade de emergência e velocidade de emergência do milho.

As alterações são distintas entre os solos, sendo os sintomas de toxicidade dependentes da textura e mineralogia dos solos.



AGRADECIMENTOS

Agradecimento às instituições de fomento: Capes, CNPq e FAPEMIG que propiciaram o desenvolvimento desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 395p.

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. Brasília, 2009. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res09/res42009.pdf>>. Acesso em: 14 de maio de 2015.

EDMOND, J. B. & DRAPALA, W. J. The effects of temperature, sand and soil, and acetone on germination of okra seed. Proceedings of the American Society Horticultural Science, Alexandria, 71: 428-434, 1958.

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: 45ª REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA. UFSCar, São Carlos, SP, Julho de 2000. p.255-258.

GILBERTI, L. H. Potencial para o uso da espécie nativa, *Baccharis dracunculifolia* DC (asteraceae) na fitorremediação de áreas contaminadas por arsênio. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais: Instituto de Ciências Biológicas; 2012.

GUILHERME, L.R.G.; MARQUES, J.J.; PIERANGELI, M.A.P. et al. Elementos-traço em solos e sistemas aquáticos. In: TORRADO-VIDAL, P.; ALLEONI, L.R.F.; COOPER, M. & SILVA, A.P., eds. Tópicos em ciência do solo. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. v.4. p.345-390.

GULZ, P. A.; GUPTA, S. K.; SCHULIN, R. Arsenic accumulation of common plants from contaminated soils. Plant Soil, 272(1-2):337-47, 2005.

INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION. ISO 11.269-2: determination of the effects of pollutants on soil flora, part 2: effects of chemicals on the emergence and growth of higher plants. Geneve, 2013. 28 p.

KABATA-PENDIAS, A. Trace elements in soils and plants. (Internet). 2011. 1-534 p. Disponível em: <<http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=Nowwb0xI9fYC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Trace+Elements+in+Soils+a>

nd+Plants&ots=JHbMeb6awr&sig=mgHuQeRhLILYzMwQS7C1NvVhQg>

MAGUIRE, J. D. Speed of germination: aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Science, Madison, 2(2):176-177, 1962.

MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251 p.

MALLICK, S.; SINAM, G.; SINHA, S.; Ecotoxicology and Environmental Safety Study on arsenate tolerant and sensitive cultivars of Zea mays L.: Differential detoxification mechanism and effect on nutrients status. Ecotoxicol Environ Saf [Internet]. Elsevier; 2011;74(5):1316-24. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoenv.2011.02.012>>. Acesso em 14 de maio de 2015.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. Guidelines for testing of chemicals no208: terrestrial plant test: seedling emergence and seedling growth test. Paris, 2006. Disponível em: <<http://www.oecd.org/dataoecd/11/31/33653757.pdf>>. Acesso em: 14 de maio de 2015.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. Test No. 207: Earthworm, Acute Toxicity Tests, OECD Guidelines for the Testing of Chemicals, Section 2, OECD Publishing, Paris, 1984. DOI: <<http://dx.doi.org/10.1787/9789264070042-en>>

ROSAS-CASTOR, J. M.; GUZMÁN-MAR, J. L.; HERNÁNDEZ-RAMÍREZ, A. et al. Arsenic accumulation in maize crop (*Zea mays*): A review. Sci Total Environ [Internet]. Elsevier B.V.; 2014; 488-489(1):176-87. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.04.075>>. Acesso em 14 de maio de 2015.

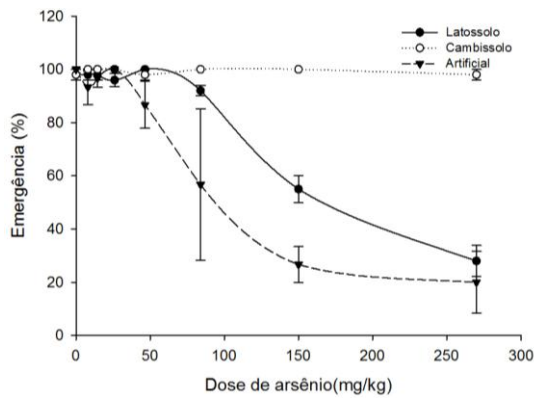


Figura 1 - Efeito do As sobre a emergência de plântulas de milho.

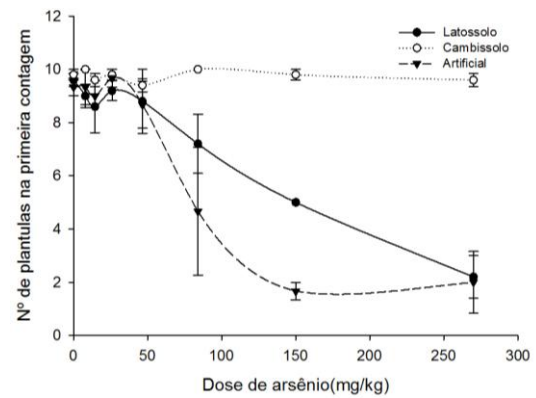


Figura 2 - Efeito do As sobre a primeira contagem de plântulas de milho.

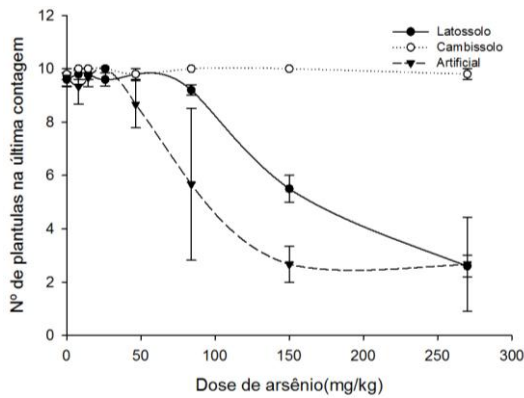


Figura 3 - Efeito do As sobre a última contagem de plântulas de milho.

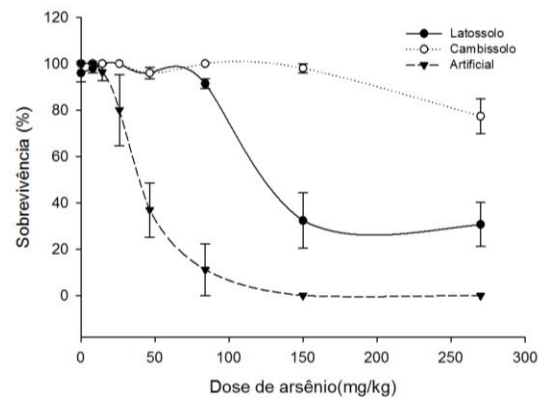


Figura 4 - Efeito do As sobre a sobrevivência de plântulas de milho.

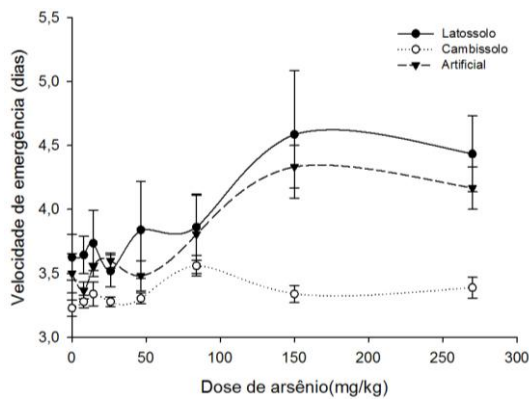


Figura 5 - Efeito do As sobre a velocidade de emergência de plântulas de milho.

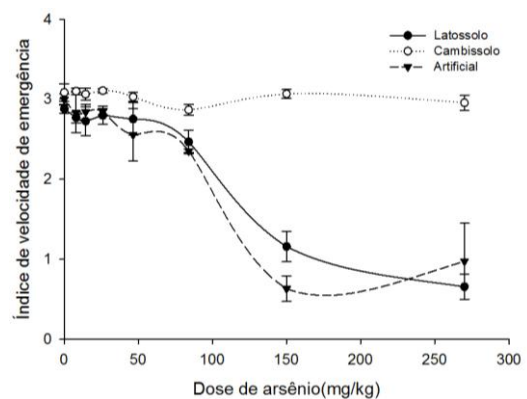


Figura 6 - Efeito do As sobre o índice de velocidade de emergência de plântulas de milho.