

Revista da Universidade Vale do Rio Verde
ISSN: 1517-0276 / EISSN: 2236-5362
Vol. 16 | n. 2 | Ano 2018

Valéria Fernandes de Oliveira Sousa
Universidade Federal de Campina Grande
valeriafernandesbds@gmail.com

Gisele Lopes dos Santos
Universidade Federal de Campina Grande
gisele1612@gmail.com

ELEMENTO CROMO NA NUTRIÇÃO MINERAL DE PLANTAS

RESUMO

O cromo é um elemento que até o momento não é considerado essencial à nutrição mineral de plantas, sendo classificado como elemento tóxico, contudo, há relatos de trabalhos que comprovam efeitos positivos no crescimento de plantas com mínimas quantidades de aplicação do mesmo de forma solúvel em solo. Diante do exposto, o presente estudo tem como objetivo explicar o elemento cromo em suas generalidades quanto a nutrição mineral de plantas no intuito de alavancar pesquisas dos efeitos desse elemento. Com isso, o presente trabalho denota sobre a presença desse elemento no ambiente, por meio do seu comportamento nas plantas, solos e nos seres humanos, tomando por base o levantamento bibliográfico de outros trabalhos. Concluindo-se que estudos sob o cromo são escassos, limitando-se apenas a trabalhos com algumas culturas como milho, soja, café e alface, onde os mesmos relataram que houve diminuição na matéria seca da parte aérea e radicular, absorção de nutrientes, além de redução na fixação biológica, contudo, doses mínimas de cromo em algumas culturas foram benéficas até certa concentração, necessitando-se de mais pesquisas que avaliem o comportamento do cromo em outras espécies de plantas.

Palavras-chave: Atividade agrícola. Ciência do Solo. Elemento tóxico. Nutrição vegetal. Resíduo de curtume.

CHROME ELEMENT IN MINERAL PLANT NUTRITION

ABSTRACT

Chromium is an element that until now is considered not essential to the mineral nutrition of plants, being classified as toxic element, however, there are reports of works that prove positive effects on the growth of plants with minimum amounts of application of the same form soluble in ground. In view of the above, the present study aims to explain the chromium element in its generalities regarding mineral nutrition of plants in order to leverage research on the effects of this element. With this, the present work denotes about the presence of this element in the environment, through its behavior in plants, soils and in humans, based on the bibliographical survey of other works. It was concluded that chromium studies are scarce, being limited only to works with some crops such as maize, soybean, coffee and lettuce, where they reported a decrease in the dry matter of the aerial part and root, nutrient absorption, besides However, minimal doses of chromium in some crops were beneficial to a certain concentration, requiring further research to evaluate the behavior of chromium in other plant species.

Keywords: Agricultural activity. Soil Science. Toxic element. Vegetable nutrition. Tannery residue.

1. INTRODUÇÃO

O Cromo (Cr) é o 21º elemento mais comum na crosta terrestre (USEPA, 2005). Possui número atômico 24 (24 prótons e 24 elétrons) e massa atômica 52 u, sólido em temperatura ambiente. É um metal encontrado no grupo 6 (6B) da Classificação Periódica dos Elementos, empregado especialmente em metalurgia em processos denominados eletrodeposição. Alguns de seus óxidos e cromatos são usados como corantes. Foi descoberto em 1797 por Louis Nicolas Vauquelin no mineral crocoíta encontrado na Rússia. É um metal cinzento (FERNANDES et al., 1996) e não possui essencialidade comprovada na nutrição das plantas, mas já foram observados efeitos positivos no crescimento de plantas com a aplicação de pequenas quantidades de Cromo solúvel ao solo (KABATA-PENDIAS e PENDIAS, 2001). Esse elemento também é requerido pelos microrganismos em alguns processos metabólicos específicos (CASTILHO et al., 2001).

O Cromo é encontrado em todas as fases no ambiente, incluindo ar, água e solo, e suas diversas formas químicas são poluentes com graves implicações para o meio ambiente e a saúde humana (MELLA, 2013). O cromo é um metal que ocorre no ecossistema como resultado da intemperização do material de origem dos solos bem como pode ser introduzido através de deposições de resíduos de origem industrial como curtumes e siderurgia. A disposição desses

materiais no solo pode causar poluição de aquíferos e do próprio solo quando os efluentes dessas indústrias são depositados ou utilizados na irrigação e/ou como insumo agrícola (CASTILHOS et al., 2001).

A quantidade de Cr em rochas ígneas e sedimentares varia em uma faixa de 5 a 120 mg kg⁻¹. A maior parte do Cr³⁺ está presente no mineral cromita (FeCr₂O₄) ou em outras estruturas, substituindo Fe ou Al. De maneira geral, o Cr³⁺ assemelha-se ao Fe³⁺ e Al³⁺ em tamanho iônico e forma geoquímica (KABATA-PENDIAS e PENDIAS, 2001).

O elemento cromo é de considerável importância ambiental e geológica e, no ambiente, ocorre principalmente como cromo (III) ou cromo (VI). As funções bioquímicas e os efeitos do cromo são dependentes de seu estado de oxidação, pois enquanto o cromo (VI) é tóxico por ser um agente carcinogênico, o cromo (III) é considerado um nutriente essencial para os humanos (MANZOORI et al., 1996).

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo relatar o comportamento do cromo na nutrição mineral tomando como parte levantamento bibliográfico de outros trabalhos.

2. ELEMENTO CROMO

2.1. No ambiente

O cromo hexavalente (Cr⁺⁶) é considerado o tipo mais tóxico de cromo e geralmente ocorre associado com oxigênio na forma de cromato (CrO₄⁻²) ou dicromato (Cr₂O₇⁻²). O cromo

trivalente (Cr^{+3}) é a forma menos móvel, menos tóxica e é encontrado principalmente ligado à matéria orgânica no solo e em ambientes aquáticos (SHANKER e VENKATESWARLU, 2011; MELLA, 2013).

Segundo HSDB (2000) a concentração de cromo nos ambientes terrestres variam de 2 a 90 ppm em rochas graníticas, 1000 a 3400 ppm em rochas ultramáficas e 30 a 590 ppm em xisto e argila. Ou seja, essas concentrações variam de acordo com a natureza da rocha ou seguimento, conforme observa-se na tabela 1.

Tabela 1. Exemplos de sólidos que contêm cromo

Tipo de sólido	Concentração típica ($\mu\text{mol/g}$)
Litosfera	2,4
Granito	0,4
Carbonato	0,2
Sedimentos em águas marinhas profundas	1,8
Matéria fluvial suspensa	3,6

Fonte: Adaptado de Richard e Bourg (1991).

2.2. No solo

Segundo Dysminky (2006), os fatores que interferem no transporte de substâncias em solos são: primeiramente as características do contaminante, tais como, solubilidade, densidade, concentração, pH, DBO, DQO, etc.; em seguida características do solo pelo qual percola, no caso, granulometria, mineralogia da fração de argila, permeabilidade, matéria orgânica, etc.; outro aspecto são as características do ambiente, como o tempo de exposição do solo ao contaminante, presença de microorganismos, condições hidrogeológicas, condições aeróbicas, anaeróbicas e temperatura.

A temperatura pode alterar a permeabilidade do solo (muda a viscosidade do fluido), a velocidade de reações químicas e a solubilidade do contaminante. A área atingida pelo contaminante, bem como a maneira como ele se desloca no subsolo, caracteriza a chamada “pluma de contaminação”.

Na maioria dos solos o cromo é encontrado em concentrações que variam de 2 a 60 mg kg^{-1} dependendo do tipo de solo. Na Suécia são sugeridos os valores de 5 e 120 mg kg^{-1} para Cr(VI) e Cr(III) , respectivamente. No Canadá recomenda-se 0,4 mg kg^{-1} Cr(VI) para solos destinados à agricultura e residencial e 1,4 mg kg^{-1} para solos comerciais e industriais. Já nos Estados Unidos a concentração limite de cromo pode diferir entre os estados. Na Itália, a concentração máxima de Cr(VI) recomendada é de 2 a 15 mg kg^{-1} dependendo da ocupação do solo (MATOS e NÓBREGA, 2008).

De acordo com Güntter (1999), as atividades industriais figuram como importantes fontes de contaminação de áreas, principalmente os processos que empregam ou produzem substâncias perigosas e, conseqüentemente, geram resíduos perigosos. Neste aspecto, ocupam um papel destacado a indústria química e petroquímica e a indústria metalúrgica.

Segundo Mella (2013) a concentração de cromo no solo depende de alguns fatores: o tipo de processo industrial existente na região, disposição inadequada de resíduos contendo metais pesados no local, etc.

A contaminação de Cr existente na superfície do solo é originada de várias fontes, dentre as quais, as principais são os resíduos industriais (pigmentos a base de Cr , resíduos de

curtume e resíduos de manufaturação de couro) e lodos de esgoto municipais (KABATA-PENDIAS e PENDIAS, 2001).

O meio de contaminação no solo por cromo mais comum decorre da maneira inadequada do descarte de resíduos contendo este metal. A forma mais utilizada para disposição final ainda é a disposição em aterros, onde se deve ter um cuidado com a impermeabilização das valas e o tratamento do chorume gerado proveniente da decomposição dos resíduos, que pode ocasionar um vazamento (MELLA, 2013).

No solo, o destino do Cr é dependente da especiação do metal, que se dá em função do potencial redox e do pH do solo. Na maioria dos solos há predomínio de Cr^{3+} devido à rápida redução de Cr^{6+} (solúvel) para Cr^{3+} (insolúvel). O Cr^{3+} apresenta baixa solubilidade e reatividade, resultando em baixa mobilidade no ambiente e baixa toxicidade para os organismos vivos. Sob condições oxidantes, o Cr^{4+} pode estar presente no solo na forma de íon cromato ou cromato ácido, formas relativamente solúveis, móveis e tóxicas para os organismos vivos (KABATA-PENDIAS e PENDIAS, 2001; ATSDR, 2000).

Os métodos para tratamentos convencionais de solos e ambientes aquáticos contaminados com cromo hexavalente são a escavação ou bombeamento do material contaminado, adição de redutor químico, precipitação seguida de sedimentação, troca iônica e adsorção. Porém, Cr(VI) pode ser reduzido a Cr(III) no solo por reações redox com espécies inorgânicas, transferência de elétrons na superfície mineral, reações com substâncias orgânicas não húmicas, tais como carboidratos e

proteínas, ou redução por substâncias húmicas do próprio solo (MATOS e NÓBREGA, 2008).

2.3. Nas Plantas

Nas plantas a concentração de cromo está principalmente associada à presença de formas solúveis do elemento no solo. Na forma Cr^{6+} o cromo aparece como um ânion solúvel que penetra facilmente através da membrana celular, possuindo uma forte ação tóxica, já que é um poderoso agente oxidante. Por sua vez, o Cr^{+3} somente se concentra na forma solúvel em valores de pH menores do que aqueles normalmente encontrados em sistemas biológicos ou quando complexado com moléculas orgânicas de baixo peso molecular, que possuem pouca mobilidade através da membrana celular (SILVA e PEDROZO, 2001).

Nas plantas, a absorção e translocação de Cr variam de acordo com a espécie. A absorção destas espécies de cromo pelas plantas ocorre por diferentes mecanismos. A absorção de Cr^{6+} ocorre de forma ativa já que a aplicação de inibidores metabólicos à solução nutritiva diminui este processo. Porém, a absorção de Cr^{+3} ocorre por osmose através das raízes (SILVA e PEDROZO, 2001).

Devido a sua afinidade por cargas negativas, ele é imobilizado, principalmente, nas raízes e não na superfície radicular. Os sintomas de toxicidade manifestam-se como inibição do crescimento, clorose nas folhas jovens, folhas pequenas de coloração vermelho-amarronzada ou púrpura, lesões necróticas e injúrias nas raízes (BERGMANN, 1992; KABATA-PENDIAS e PENDIAS, 2001).

A toxicidade do cromo nas plantas varia conforme o seu estado de oxidação (Cr^{+3} ou Cr^{+6}) e a capacidade de tolerância das diversas espécies. Aquino Neto e Camargo (2000) ao avaliarem o crescimento e acúmulo de cromo em alface cultivadas em dois latossolos tratados com CrCl_3 e resíduos de curtume observaram que a concentração nas folhas de alface apresentou uma tendência a elevar-se proporcionalmente com a aplicação de doses crescentes de cromo, sendo que inversamente houve a diminuição na produção de matéria seca, contudo a aplicação de resíduos de curtume no experimento mostrou-se mais limitante pelo seu conteúdo de sais no resíduo do que pela presença de cromo.

Segundo Panda e Choudhury (2005) o estresse oxidativo induzido por cromo envolve peroxidação de lipídeos em plantas, o que causa danos severos às membranas celulares. O estresse induzido pelo cromo inicia a degradação de pigmentos fotossintéticos, levando à diminuição do crescimento. Sua alta concentração pode causar distúrbios à ultra-estrutura dos cloroplastos e, conseqüentemente, afetar o processo fotossintético.

Castilhos et al. (2001) ao avaliarem o acúmulo de cromo e seus efeitos na fixação biológica de nitrogênio e absorção de nutrientes em soja, observaram que foi constatado que concentrações de Cr^{3+} superiores à 20 mg L^{-1} diminuíram a produção de matéria seca da parte aérea e radicular da soja, como também a fixação biológica de nitrogênio com o aumento da dosagem de Cr^{+3} houve diminuição na absorção dos macronutrientes: N, P, K, Ca e Mg. Além de demonstrarem que teores de Cr na parte aérea de

plantas de soja superiores à $5,8 \text{ mg Kg}^{-1}$ podem ser considerados fitotóxicos.

Na produção de mudas de café conilon tratadas com lodo de curtume (resíduo rico em cromo) Berilli et al. (2014) relataram que obteve melhor padrão de resposta das mudas tratadas com 20% e 30% de lodo no substrato, para ganho de massa e altura das mudas, sendo que doses superiores, aumentaram índice de mortalidade das mudas, fato esse que pode estar relacionado ao aumento das concentrações de sódio e cromo no substrato.

2.4. Nos Seres Humanos

O cromo trivalente é um elemento essencial a nutrição humana. Este nutriente desempenha papel importante no metabolismo de glicose, gorduras e proteínas. Acredita-se que a forma biologicamente ativa do complexo de cromo (III) orgânico facilite a interação da insulina com seus receptores celulares (GUTTERRES et al., 2011). Também já foram indicados casos de arteriosclerose e lesões na aorta relacionados a deficiência de cromo em ratos e coelhos. Porém, os efeitos benéficos deste elemento devem ser considerados com cautela. Doses acima das adequadas podem provocar intoxicação e uma série de doenças (SILVA e PEDROZO, 2001).

A principal via de exposição da população em geral é a ingestão de alimentos e água, enquanto na exposição ocupacional é a inalação, também podendo ocorrer dermatites no contato. Os compostos de Cr (VI) são mais tóxicos aos humanos do que o Cr (III). A exposição aguda ao Cr (VI) produz náuseas,

diarreias, danos ao fígado e rim, hemorragias internas, dermatites e problemas respiratórios, enquanto que a exposição aguda ao Cr (III) raramente reflete em efeitos tóxicos (GUTTERRES et al., 2011).

Para o homem, o Cr (VI) é considerado como uma substância carcinogênica. Diversos estudos comprovaram o aparecimento de câncer de pulmão devido à exposição de trabalhadores a Cr (VI). O Cr (III) é considerado como um nutriente essencial e relativamente não tóxico para humanos e mamíferos. No entanto, o Cr (III) pode oxidar-se na natureza, transformando-se assim na sua forma mais tóxica (SILVA e PEDROZO, 2001).

Em humanos, o Cr é importante para o metabolismo dos açúcares; a sua deficiência no organismo pode levar à neuropatia periférica, diabetes, ansiedade, fadiga e problemas de crescimento, porém, seu excesso (em nível de nutriente) pode causar dermatites, úlcera, problemas renais e hepáticos (MERTZ, 1993; CUNHA e MACHADO, 2004). O Cr⁶⁺ em altas concentrações na água pode causar câncer (CUNHA e MACHADO, 2004).

3. CONCLUSÃO

Devido ao cromo ser um metal tóxico e também não essencial à nutrição mineral de plantas, os estudos a respeito desse elemento tornam-se ainda escassos, limitando-se a trabalhos com algumas poucas culturas como é o caso do milho, soja, café e alface, onde os mesmos relataram que houve diminuição na matéria seca da parte aérea e radicular, absorção de nutrientes, além de redução na fixação

biológica, todavia, doses mínimas de cromo já são relatadas em algumas culturas como benéficas, assim são necessários mais estudos com outras espécies de plantas para uma avaliação mais ampla sob o comportamento do cromo.

4. REFERÊNCIAS

AQUINO NETO, V.; CAMARGO, O.A. Crescimento e acúmulo de crômio em alface cultivada em dois latossolos tratados com CrCl₃ e resíduo de curtume. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, p.225-225, 2000.

ATSDR - AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY. **Toxicological profile for chromium**. Syracuse: U. S. Department of Health & Human Services, 2000.

BERGMANN, W. **Nutritional disorders of plants: developments, visual and analytical diagnosis**. New York: Gustav Fischer Verlag Jena, 1992. 741 p.

BERILLI, S.S.; QUIUQUI, J.P.C.; REMBINSKI, J.; SALLA, P.H.H.; BERILLI, A.P.C.G.; LOUZADA, J.M. Utilização de lodo de de curtume como substrato alternativo para produção de mudas de café conilon. **Coffee Science**, v. 9, n. 4, p. 472 - 479, 2014.

CASTILHOS, D.D. et al. Acúmulo de cromo e seus efeitos na fixação biológica de nitrogênio e absorção de nutrientes em soja. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.7 n. 2, p. 121-124, 2001.

CUNHA, F.G.; MACHADO, G. J. **Estudos de geoquímica ambiental e o impacto na saúde pública no município de São Gonçalo do Piauí, estado do Piauí**. Programa Nacional de Pesquisa em Geoquímica Ambiental e Geologia Médica "PGAGEM". CPRM – Serviço Geológico do Brasil. 2004, 37p. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/gestao/estudo_geoq_a mb.pdf>. Acesso em 15/11/2015.

DYMINSKI, A.S. Contaminação de solos e águas subterrâneas (2006). UFPR – TC- 019-

Disponível em: <http://www.ufpr.com.br>. Acesso em: 10 de novembro de 2015.

FERNANDES, F.; LUFT, C.P.; GUIMARÃES, F.M. **Dicionário Brasileiro Globo**. 42.ed. São Paulo: Globo, 1996.

GÜNTHER, W.M.R. Área contaminada por disposição inadequada de resíduos industriais de Galvanoplastia. In: **20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro-RJ. 1999.

GUTTERRES, M. Curtimento ao cromo ainda é predominante. **Jornal exclusivo NH**, Novo Hamburgo, p. 8-8, 2011.

HSDB – HAZARDOUS SUBSTANCE DATA BANK. Copper. In: TOMES CPS SYSTEM. Toxicology, occupational medicine and environmental series. Englewood: Micromedex, 2000. CD-ROM.

KABATA-PENDIAS, A.; PENDIAS, H. **Trace elements in soil and plants**. 3.ed. BocaRaton: CRC Press, 2001. 413p.

MANZOORI L; SOROURADDIN, M. H; SHEMIRAN, F. Preconcentration and Spectrophotometric Determination of Chromium (VI) and Total Chromium in Drinking Water by the Sorption of Chromium Diphenylcarbazone with Surfactant Coated Alumina. **Anal. Lett.** v.29, n.11, p. 2007-2014, 2007.

MATOS, W.O; NÓBREGA, J.A. Especificação redox de cromo em solo acidentalmente contaminado em solução sulfocrômica. **Química Nova**, n. 6, 1450-1454, 2008.

MELLA, B. **Remoção de cromo de banhos residuais de curtimenta através de precipitação química e eletrocoagulação**. Dissertação de Mestrado (Agronomia- produção vegetal). Programa de Pós-graduação em Engenharia química- UFRS, Porto Alegre, 2013.

MERTZ, W. Chromium in human nutrition: a review. **Journal Nutrition**, v.123, p.626-633, 1993.

RICHARD, F.C.; BOURG, A.C.M. Aqueous geochemistry of chromium: a review. **Wat. Res.**, v.25, n.7, p.807-816, 1991.

SHANKER, A.K., VENKATESWARLU, B. **Chromium**: Environmental pollution, health effects and mode of action. Encyclopedia of Environmental Health, p.650-659, 2001.

SILVA, C.S.; PEDROZO, M.F.M. **Ecotoxicologia do cromo e seus compostos**. Centro de Recursos Ambientais – Cadernos de referência ambiental, v.5, Salvador: CRA, 2001.

USEPA - UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Ecologicalsoil screening levels for chromium**. Washington: EPA, 2005. Disponível em:<http://rais.ornl.gov/homepage/ecossl_chromium.pdf>. Acesso em: 1/10/2015.

Valéria Fernandes de Oliveira Sousa

Mestre em Horticultura Tropical na Universidade Federal de Campina Grande e Licenciada em Ciências Agrárias na Universidade Estadual da Paraíba. Unidade Acadêmica de Agrárias.

Gisele Lopes dos Santos

Mestranda em Horticultura Tropical na Universidade Federal de Campina Grande e Licenciada em Ciências Agrárias na Universidade Estadual da Paraíba. Unidade Acadêmica de Agrárias.
