

VIII Semana de Ciência e Tecnologia – IFMG *campus* Bambuí
I Seminário dos Estudantes de Pós-Graduação

Aplicação da cultura de tecidos vegetais em estudos de fitorremediação de solos contaminados: uma revisão sistemática da literatura

Ludmila M^a G. G. de Camargos⁽¹⁾; Ricardo Monteiro Corrêa ⁽²⁾; Gustavo Augusto Lacorte⁽³⁾

⁽¹⁾Mestranda em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental – Instituto Federal Minas Gerais – *campus* Bambuí. Fazenda Varginha – Rod. Bambuí/Medeiros – Km 5 – Caixa Postal 05 – Cep: 38900-000 - Bambuí/MG – Brasil. ⁽²⁾Professor Orientador – IFMG. ⁽³⁾Professor Co-Orientador – IFMG.

RESUMO – A contaminação de ecossistemas aquáticos e terrestres, por metais pesados, tem se tornado um grande problema do ponto de vista ambiental. Nesse contexto, a fitorremediação surge como um método promissor, uma vez que pode ser considerada uma técnica de baixo custo e de grande eficiência na remediação, *in situ*, de solos contaminados por poluentes orgânicos e metais pesados. No entanto, pouco se sabe sobre as vias metabólicas envolvidas na transformação desses compostos químicos, ou sobretudo da habilidade de algumas plantas em tolerar, detoxificar e acumular metais pesados. O objetivo desse trabalho foi levantar estudos, por meio de revisão sistemática da literatura, relacionados ao uso da técnica de cultura de tecidos vegetais na identificação e pré-seleção de espécies vegetais com potencial fitorremediador, para recuperação de solos contaminados por metais pesados. As bases de dados consultadas foram Google Acadêmico, Periódicos CAPES e SciELO, entre 1990 e 2015. A estratégia de busca utilizou descritores pré-definidos e critérios de inclusão e exclusão para seleção dos artigos. Dos 985 trabalhos selecionados inicialmente, apenas 18 foram analisados, sendo 16 em inglês e 2 em português. Os demais foram excluídos por não atenderem aos critérios estabelecidos. Nesse estudo foi possível constatar que a cultura de tecidos vegetais representa uma ferramenta útil para estudos de fitorremediação, uma vez que tem auxiliado bastante na elucidação do metabolismo de metais pesados em plantas.

Palavras-chave: Cultivo *in vitro*; metais pesados; plantas hiperacumuladoras; recuperação de solos;

INTRODUÇÃO

A intensificação das atividades industriais, dentre outras atividades humanas, tem aumentado o risco de contaminação de solos por metais pesados e, conseqüente comprometimento de áreas agricultáveis. Métodos de remediação baseados em princípios físicos, químicos e biológicos estão sendo propostos com o intuito de reabilitar solos contaminados por metais pesados e, conseqüentemente, possibilitar o retorno da funcionalidade e estabilidade do ecossistema afetado. No entanto, a necessidade de altos investimentos, na maioria das vezes, acaba por inviabilizar

VIII Semana de Ciência e Tecnologia – IFMG *campus* Bambuí
I Seminário dos Estudantes de Pós-Graduação

grande parte desses procedimentos. Dessa forma, a fitorremediação tem ganhado a atenção do meio científico, visto que – quando comparada aos outros métodos tradicionais de remediação química e física – pode ser considerada uma técnica promissora, de baixo custo e de grande eficiência na remediação, *in situ*, de solos contaminados por poluentes orgânicos e metais pesados (Alves et al., 2008; Branches e Rodrigues, 2013). Nas práticas de fitorremediação, o ideal é que sejam utilizadas plantas com grande habilidade em hiperacumular metais extraídos, tolerância à altas concentrações de metais no solo, além de rápido crescimento e alta produção de biomassa. Sendo assim, a cultura de tecidos vegetais surge como uma técnica auxiliar para o levantamento de sistemas vegetais modelos, em pesquisas de fitorremediação, uma vez que permite investigar a capacidade de plantas em tolerar, detoxificar e acumular compostos tóxicos sob condições controladas. Tal característica oferece ferramenta importante para a melhor compreensão das transformações metabólicas de compostos xenobióticos, por plantas hiperacumuladoras (Golan-Goldhirsh et al., 2004; Doran, 2009).

Portanto, esta revisão teve como objetivo sistematizar os artigos publicados no período de 1990 a 2015, sobre a utilização da técnica de cultura de tecidos vegetais, *in vitro*, como ferramenta complementar em estudos de fitorremediação de solos contaminados por metais pesados.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo tomou por base a metodologia de revisão sistemática da literatura, que busca a integração da informação acadêmica produzida sobre o tema – objeto do estudo. Foram levantados estudos, publicados na literatura científica, relacionados ao uso da técnica de cultura de tecidos vegetais na identificação e pré-seleção de espécies vegetais com potencial fitorremediador, passíveis de serem empregadas na recuperação de solos contaminados por metais pesados.

Para delimitação da pesquisa, realizou-se uma busca por artigos científicos indexados nas bases eletrônicas de dados Google Acadêmico, Periódicos CAPES e SciELO, publicados em inglês e português, no período compreendido entre 1990 e 2015. A estratégia de busca baseou-se no uso de descritores pré-estabelecidos, sendo que as palavras-chave - “tissue culture”, “phytoremediation”, “heavy metal” - foram definidas como as mais apropriadas para pesquisa em língua inglesa, e suas traduções - “cultura de tecidos”, “fitorremediação”, “metal pesado” – empregadas para pesquisa em língua portuguesa. Os descritores foram testados em combinações sucessivas para refinar os resultados obtidos.

Posteriormente, os artigos obtidos pela estratégia de busca inicial foram filtrados, a fim de se identificar e selecionar os que estivessem alinhados com o tema de interesse da presente revisão

VIII Semana de Ciência e Tecnologia – IFMG *campus* Bambuí

I Seminário dos Estudantes de Pós-Graduação

sistemática. Os critérios de inclusão utilizados foram: leitura dos títulos para seleção daqueles que melhor se enquadrassem ao objeto da pesquisa, leitura do resumo para seleção dos trabalhos mais pertinentes ao objetivo desse estudo e leitura dos artigos na íntegra para seleção dos trabalhos mais relevantes ao tema da pesquisa. O critério de exclusão aplicado foi a acessibilidade ao artigo na íntegra na base de dados, sendo que todos os artigos não disponíveis foram excluídos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A metodologia de revisão sistemática da literatura permitiu o levantamento do conhecimento acadêmico gerado sobre o emprego da técnica de cultura de tecidos vegetais, *in vitro*, como ferramenta em pesquisas de fitorremediação, no período de 1990 a 2015. No entanto, deve-se considerar as limitações da metodologia empregada, principalmente em termos de indisponibilidade de trabalhos na íntegra nas bases de dados investigadas.

A pesquisa nas três bases de dados resultou em um total de 976 artigos em inglês e 9 artigos em português, dos quais – após submetidos aos critérios de inclusão e exclusão – foram selecionados 18 artigos.

A análise dos artigos selecionados demonstra que não foram encontrados artigos de relevância, no período que antecede o ano de 2004, visto que o emprego da biotecnologia em processos relacionados à recuperação de ambientes contaminados é relativamente novo. Entretanto, observa-se que o interesse pela utilização dessa técnica em estudos de fitorremediação vem aumentando. O provável motivo para esse fato pode estar relacionado à maior facilidade de condução de estudos de atividades de biotransformação vegetal em cultivos celulares, *in vitro*, quando comparado a experimentos, *in situ*, conduzidos diretamente em áreas contaminadas.

Os artigos analisados apontam vantagens, mas também limitações ao uso da cultura de tecidos, *in vitro*, em estudos relacionados a identificação e pré-seleção de espécies vegetais com potencial fitorremediador, sobretudo em áreas contaminadas por metais pesados. Segundo Doran (2009), dentre as vantagens destacam-se o crescimento em condições axênicas – livres de contaminação; ausência de bactérias endofíticas – que poderiam influenciar a capacidade vegetal em degradar compostos xenobióticos; utilização de material vegetal derivado de uma mesma planta – o que evita os efeitos causados pela variabilidade genética entre indivíduos; além do grande número de plântulas regeneradas em um curto período de tempo – o que garante maior agilidade na obtenção dos resultados. Além disso, pesquisas avaliando a resposta, *in vitro*, de diversas plantas a concentrações tóxicas de metais pesados com o zinco, chumbo e cádmio têm se mostrado promissoras para determinação do potencial hiperacumulador de várias espécies vegetais (Ben

VIII Semana de Ciência e Tecnologia – IFMG *campus* Bambuí
I Seminário dos Estudantes de Pós-Graduação

Ghnaya et al., 2007; Buendía-González et al., 2010; Santos, 2012). Tais estudos são importantes para se prever a possível resposta de espécies vegetais em ambientes contaminados, e assim reduzir custos com os convencionais experimentos de campo. No entanto, deve-se ter cuidados com a interpretação e inferências feitas com base nos resultados alcançados através desses estudos, visto que a taxa e a extensão da absorção medida, *in vitro*, não representam, necessariamente, a capacidade intrínseca da planta inteira. Os mecanismos pelos quais os metais pesados são transportados dentro da planta, sob condições de campo, estão relacionados também aos fenômenos de transpiração, difusão e transporte facilitado por microrganismos, os quais não acontecem no cultivo *in vitro*. Apesar disso, acredita-se que a cultura de tecidos vegetais representa uma ferramenta útil para estudos de fitorremediação, uma vez que tem auxiliado bastante na elucidação do metabolismo de metais pesados em plantas.

CONCLUSÕES

A presente revisão demonstra que técnica de cultura de tecidos vegetais pode ser considerada um modelo experimental confiável para auxiliar estudos que buscam melhor compreensão da relação plantas–xenobióticos e do comportamento de espécies vegetais em ambientes contaminados. Tal conhecimento representa informação importante para pesquisas de fitorremediação de solos contaminados por metais pesados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, J. C.; SOUZA, A. P.; PÔRTO, M. L.; ARRUDA, J. A.; JÚNIOR, U. A. T.; SILVA, G. B.; ARAÚJO, R. C. SANTOS, D. Absorção e distribuição de chumbo em plantas de vetiver, jureminha e algaroba. *Revista Bras. Ci. Solo*, v.32, p.1329-1336, 2008.

BEN GHNAYA, A.; CHARLES, G.; HOURMANT, A.; BEN HAMIDA, J.; BRANCHARD, M. Morphological and physiological characteristics of rapeseed plants regenerated *in vitro* from thin cell layers in the presence of zinc. *Comptes Rendus – Biologies*, v. 330, n.10, p.728–734, 2007.

BRANCHES, A. M. B.; RODRIGUES, V. M. Análise da fitorremediação como método de recuperação de áreas degradadas pela mineração. In: Congresso Brasileiro de Mina, 2013. Disponível em: http://www.cbmina.org.br/media/palestra_6/T62.pdf. Acesso em: 11 nov. 2014.

VIII Semana de Ciência e Tecnologia – IFMG *campus* Bambuí
I Seminário dos Estudantes de Pós-Graduação

BUENDÍA-GONZÁLEZ, L.; ESTRADA-ZÚÑIGA, M.E.; OROZCO-VILLAFUERTE, O.; CRUZ-SOSA, F.; VERNON-CARTER, E. J. *In vitro* lead and nickel accumulation in mesquite (*Prosopis laevigata*) seedlings. Revista Mexicana de Ingeniería Química, v.9, n.1, p.1–9, 2010.

DORAN, P. M. Application of plant tissue cultures in phytoremediation research: Incentives and limitations. Biotechnology and Bioengineering, v. 103, n. 1, p. 60–76, 2009.

GOLAN-GOLDHIRSH, A; BARAZANI, O.; NEPOVIM, A.; SOUDEK, P.; SMRCEK, S.; DUFKOVA, L.; KRENKOVA, S.; YRJALA, K.; SCHRÖDER, P.; VANEK, T. Plant response to heavy metals and organic pollutants in cell culture and at whole plant level. Journal of Soils and Sediments, v.4, n.2, p.133–140, 2004.

SANTOS, F. H. S. Crescimento, nutrição e produção “in vitro” de *Gomphrena claussenii* exposta a zinco e cádmio. 2012. Tese (Mestre em Ciências do Solo) – UFLA, Lavras.