

Ocorrência e diversidade de fungos micorrízicos arbusculares em áreas contaminadas por chumbo na Paraíba/PB⁽¹⁾.

Allan Gabriel Yure Vieira Marques⁽²⁾; Jerusa Schneider⁽³⁾; Wanilson Luiz Silva⁽⁴⁾, Clístenes Williams Araújo do Nascimento⁽⁵⁾; Adailson Pereira de Souza⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da CAPES e FACEPE

⁽²⁾ Graduando em Agronomia; Departamento de Agronomia; Universidade Federal Rural de Pernambuco, CEP: 52171-900, Recife, PE, allan_yg@hotmail.com; ⁽³⁾ Assistente de Pesquisa PNPd-Capes; DEPA/Universidade Federal Rural de Pernambuco, 52171-900, Recife, PE, jerusaschneider@hotmail.com; ⁽⁴⁾ Professor, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, 13083-970, Campinas, SP; ⁽⁵⁾ Professor, DEPA/Universidade Federal Rural de Pernambuco, 52171-900, Recife, PE; ⁽⁶⁾ Professor, Centro de Ciências Agrárias/Universidade Federal da Paraíba, 58397-000, Areia, PB.

RESUMO: Os fungos micorrízicos arbusculares (FMA) são componentes da biota do solo e essenciais a sustentabilidade dos ecossistemas e ao estabelecimento de plantas em programas de revegetação em áreas degradadas. O estudo teve como objetivo avaliar a ocorrência e a diversidade de FMA em solo contaminado por chumbo (Pb), assim como, a colonização micorrízica em diferentes espécies vegetais nativas em uma área de deposição de escórias de reciclagem de baterias automotivas. Foram avaliados os seguintes locais: Re1 = Área de Referência; L1 = localizada a frente da unidade de reprocessamento; C1 = localizada ao lado da unidade de reprocessamento. Determinou-se a diversidade de FMA nos locais amostrados por meio dos índices de Dominância de Simpson, Diversidade de Simpson, Diversidade de Shannon e Riqueza de espécies. Foram identificadas seis espécies mais frequentes de FMA nas amostras de solo coletadas no campo: *Acaulospora colombiana*, *Gigaspora margarita*, *Scutellospora heterogama*, *Raccetra pérsica*, *Paraglomus occultum*, *Glomus clarum*. Conclui-se que o Pb exerce efeito diferenciado sobre os FMA, sendo estes efeitos dependentes do grau de contaminação.

Termos de indexação: Fitorremediação, índices de diversidade.

INTRODUÇÃO

A população microbiana do solo em condições naturais é elevada e sua redução pode ser sinônimo de desequilíbrio ecológico, causado principalmente por ações antrópicas. A degradação da vegetação pode alterar o equilíbrio da população microbiana do solo comprometendo por longo período de tempo todo o ecossistema (Siqueira et al., 2007).

A tolerância de plantas e microrganismos aos metais tem sido estudada do ponto de vista de remoção do excesso do metal do solo ou diminuição da disponibilidade destes nos sistemas biológicos, sendo considerável o interesse biotecnológico (Schneider et al., 2012a). Atenção especial tem sido dada aos fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) como atenuadores da fitotoxidez causada pelos

metais, incluindo solos contaminados com chumbo (Pb), além de serem amplamente conhecidos pelo seu efeito biofertilizante, biorregulador e biocontrolador (Nogueira et al., 2010)

Plantas micorrizadas podem apresentar maior tolerância a diversos metais e, de modo compensatório, conferir ao fungo simbiote vantagens na sobrevivência em local contaminado. Segundo Schneider et al. (2012b) a capacidade das espécies vegetais tolerarem os estresses proporcionados por elementos tóxicos é devida à diminuição da fitotoxidez dos contaminantes resultante de mecanismos ainda desconhecidos, nos quais se podem incluir as micorrizas. Em alguns casos, plantas micorrizadas podem aumentar a absorção de elementos-traços e transportá-los das raízes para a parte aérea (fitoextração), (Leung et al., 2010) e em outros casos, os FMAs podem contribuir para a imobilização destes no solo (fitoestabilização) (Schneider et al., 2012b) O resultado da colonização micorrízica na redução dos teores de contaminantes em solos contaminados dependerá da combinação planta-fungo-elemento-traço e é influenciado pelas condições do solo (Smith et al., 2010; Schneider et al., 2012c).

Neste contexto, a simbiose de plantas com FMAs mostra-se como alternativa promissora para estudos visando processos de revegetação e de recuperação de áreas contaminadas por Pb. Assim, esta pesquisa teve por objetivo avaliar a ocorrência e diversidade de fungos micorrízicos arbusculares em solo contaminado por chumbo, assim como, a colonização micorrízica em diferentes espécies vegetais nativas em uma área de deposição de escórias de reciclagem de baterias automotivas.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado em amostras de solo proveniente de uma área de deposição de escórias de reciclagem de baterias automotivas, nas circunvizinhanças da indústria METAIS PB – LTDA, localizada no Sítio Capim Azul, km 28 da BR 101, no município de Rio Tinto, PB. A referida empresa atua no ramo de reciclagem de baterias elétricas automotivas desde 1996, destacando-se como a

maior recicladora de baterias da Paraíba. O solo é classificado como um Espodosolo ferrihumilúvico (Embrapa, 2006).

Foram coletadas cinco amostras simples com trado tipo holandês, a uma profundidade de 0-20 cm, para compor uma amostra composta. Foi realizada uma amostragem a campo conduzida em linhas dentro da área contaminada, sendo constituída cada linha por seis amostras compostas. A **Tabela 1** apresenta a caracterização química das amostras de solo. A distância entre os pontos de coleta foi superior a 5 m e inferior a 15 m. Uma visão geral do local de amostragem e algumas espécies vegetais encontram-se na Figura 1. As amostras de solo foram transportadas em caixa de isopor para o Departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, onde foram mantidas em geladeira.

Ocorrência de fungos micorrízicos arbusculares

O estudo da ocorrência e diversidade de FMA foi realizado em 50 cm³ de solo, por contagem de esporos, por meio de peneiramento úmido e centrifugação em solução de sacarose (Gerdemann & Nicolson, 1963), realizando-se a contagem em microscópico estereoscópico com aumento de até 40 vezes. Os esporos foram contados, separados por morfotipos e montados em lâminas com álcool polivinílico lactoglicérol (PVLG) e reagente de Melzer. Aspectos morfológicos, coloração e tamanho dos esporos foram utilizados para a determinação das espécies, além da comparação com a descrição das espécies encontradas nas páginas do INVAM (<http://invam.caf.wvu.edu>).

Para determinação da colonização micorrízica das raízes das plantas (espontâneas ou cultivadas) na área contaminada, as raízes foram preparadas conforme o método descrito por Koske & Gemma (1989), e a percentagem de colonização do sistema radicular foi determinada pelo método das linhas cruzadas (Giovannetti & Mosse, 1980).

A partir da identificação das espécies de FMA determinou-se a riqueza (R), com base no número total de espécies presentes na área contaminada. A abundância relativa (AR) das espécies de FMA na área contaminada foi determinado o número de amostras de solo contendo uma determinada espécie dividido pelo número total de amostras (n=20) x 100 e a frequência absoluta. Foram calculados três índices ecológicos: Índice de Dominância de Simpson (Ds), Índice de Diversidade de Simpson (Is) e Índice de Diversidade de Shannon (H') de acordo com Brower & Zar (1984). Estes índices foram escolhidos por representarem a diversidade levando-se em conta não somente o número de

espécies, mas também a uniformidade de ocorrência dos indivíduos.

O Índice de Dominância de Simpson (Ds) foi calculado segundo a relação:

$$I_s = \sum (n_i(n_i-1)/(N(N-1))); \text{ onde:}$$

n_i= número de indivíduos da espécie i;

N = número total de indivíduos.

O índice de Diversidade de Simpson (Ds), contrário ao I_s, é expresso pela diferença:

$$D_s = 1 - I_s$$

O terceiro índice utilizado, H', foi obtido pela relação:

$$H' = -\sum p_i \log p_i, \text{ sendo que } p_i = n_i/N, \text{ onde:}$$

n_i= número de indivíduos da espécie i dentro de uma determinada amostra;

N= número total de indivíduos da área estudada como um todo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram identificadas seis espécies nas amostras de solo coletadas no campo: *Acaulospora colombiana*, *Gigaspora margarita*, *Scutellospora heterogama*, *Racocetra persica*, *Paraglomus occultum*, *Glomus clarum* (**Tabela 2**).

Tabela 2 – Número de esporos (NE), abundância relativa (AR), riqueza de espécies de FMA na área contaminada com chumbo em Rio Tinto-PB.

FMA	Re1		L1		C1	
	NE ⁽¹⁾	AR ⁽²⁾	NE	AR	NE	AR
<i>Acaulospora colombiana</i>	30,1	38,9	0	0	0	0
<i>Gigaspora margarita</i>	0	0	0	0	9,03	15,80
<i>Scutellospora heterogama</i>	16,6	25,6	0	0	0	0
<i>Racocetra persica</i>	9,03	15,8	3	12,8	0	0
<i>Paraglomus occultum</i>	21,1	19,7	20,3	87,1	1,77	3,11
<i>Glomus clarum</i>	0	0	0	0	46	81
Total	76,83	100	23,3	100	56,8	100
Riqueza	4		2		4	

Imagens de alguns esporos encontrados nas áreas estudadas



⁽¹⁾Número de esporos; ⁽²⁾Abundância relativa; A) *Acaulospora colombiana*; B) *Paraglomus occultum*; C) *Gigaspora margarita*; D) *Scutellospora* sp.; E) *Acaulospora* sp..

As espécies identificadas a campo foram utilizadas para calcular os índices de diversidade, pois refletem diretamente o impacto da contaminação na população de FMA. O índice de dominância de Simpson (DS), quando baixo significa

que se dois indivíduos de uma mesma comunidade forem tomados aleatoriamente, a probabilidade de pertencerem a mesma espécie é baixa. Alto DS significa agregação dos indivíduos em poucas espécies. Assim pode-se notar que L1 e C1 mais baixos, o que contrasta com os valores de IS (Tabela 3).

Tabela 3 – Índice de Simpson (Is), Dominância de Simpson (Ds) e Índice de Diversidade de Shannon (H') de fungos micorrízicos arbusculares (FMA), na área contaminada com chumbo.

Índices de diversidade	Re1	L1	C1
Índice de Dominância de Simpson	0,46	0,24	0,17
Diversidade Simpson	0,54	0,76	0,82
Índice Shannon-Winner	0,65	0,43	0,33

Re1 = linha de amostragem na Área de Referência; L1 = linha de amostragem localizada a frente da unidade de reprocessamento; C1 = linha de amostragem localizada ao lado da unidade de reprocessamento.

O índice de Simpson (IS) representa a concentração de dominância, assim quanto maior o valor, maior a dominância de uma ou poucas espécies, atribuindo maior valor à espécies comuns. Nota-se que L1 (0,82) e C1 (0,99), apresentaram os maiores valores deste índice, com dominância de *P.occultum* e *E.colombiana*, respectivamente (Tabela 2).

Os FMAs são geralmente encontrados em solos e plantas de áreas degradadas, porém, o número de propágulos viáveis é geralmente muito baixo, havendo a necessidade de introduzir plantas hospedeiras capazes de multiplicar os FMAs existentes. Outrossim, pode-se introduzir também propágulos infectivos de isolados selecionados para garantir a recuperação da comunidade dos FMAs na área, tendo em vista tratar-se de um componente essencial para a biorrecuperação de ambientes degradados (Schneider et al., 2012a).

As áreas Mn (35%) e C1 (22,09%) não apresentaram diferença significativa, enquanto que C2 (8,5%) foi a área que teve a taxa de colonização mais baixa (Figura 2).

CONCLUSÕES

As espécies dominantes nos locais contaminados com chumbo foram *P.occultum* e *E.colombiana*. A dominância destas espécies indica sua elevada tolerância ao chumbo.

A contaminação do solo com chumbo interfere na comunidade e na atividade de fungos micorrízicos arbusculares e estes efeitos estão relacionados à

tolerância diferenciada de espécies/isolados fúngicos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a bolsa concedida pela CAPES (Projeto PNPd nº 23038007617201195) e a FACEPE pela bolsa de complementação (BCT-0135-5.01/12).

REFERÊNCIAS

J. SCHNEIDER, L. M. OLIVEIRA, S. L. STÜRMER, C. R. F. S. SOARES, L. R. G. GUILHERME, Espécies tropicais de Pteridófitas em associação com fungos micorrízicos arbusculares em solo contaminado com arsênio. *Química Nova*, 35:709-714, 2012a.

S. E. SMITH, E. FACELLI, S. POPE, F. A. SMITH, Plant performance in stressful environments: interpreting new and established knowledge of the roles of arbuscular mycorrhizas, *Plant and Soil*, 326:3-20, 2010.

H.M. LEUNG, F.Y. WU, K.C. CHEUNG, Z.H. YE, M.H. WONG, Synergistic effects of arbuscular mycorrhizal fungi and phosphate rock on heavy metal uptake and accumulation by an arsenic hyperaccumulator, *Journal of Hazardous Material*, 181:497-507, 2010.

J. O. SIQUEIRA, C.R.F.S. SOARES, J.G.D. SANTOS, J. SCHNEIDER, M.A.C. CARNEIRO, Micorrizas e a degradação do solo: caracterização, efeitos e ação recuperadora, *Tópicos em Ciência do Solo*, Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo 5: 219-306, 2007.

SCHNEIDER, J., LABORY, C. R. G., RANGEL, W. M., ALVES, E., GUILHERME, L. R. G. Anatomy and ultrastructure alterations of *Leucaena leucocephala* (Lam.) inoculated with mycorrhizal fungi in response arsenic-contaminated soil. *Journal of Hazardous Materials* (Print), <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhazmat.2012.05.091>, 2012b (no prelo).

SCHNEIDER, J., STÜRMER, S.L. ; GUILHERME, L. R. G. ; MOREIRA, F., SOARES, C.R.F.S. Arbuscular mycorrhizal fungi in arsenic-contaminated areas in Brazil. *Journal of Hazardous Materials* (Print), 10.1016/j.jhazmat.2012.09.063, 2012c. (no prelo)

Tabela 1 – Caracterização química, ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO contaminado por chumbo no município de Rio Tinto, PB, 2012.

Locais	pH	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H+Al	C.O.	Pb total ⁽¹⁾	Pb pseudo-total ⁽²⁾
	Água 1:2,5										
Re	5,2	3	7,0	0,31	0,3	0,7	0,3	3,5	7,5	66,8	3,4
L1	4,7	3	0,03	0,27	0,6	0,5	0,8	5,1	9,2	932,9	548,3
C1	3,9	4	12,0	0,03	0,4	0,6	0,6	3,4	3,7	>10.000	1.300,5

⁽¹⁾Pb Total = Análise realizada analisado em ICP-MS, Acme Analytical Laboratories (Vancouver) Ltd., Canadá; ⁽²⁾Pb pseudo-total = Digestão pelo método 3051A e analisado por espectrofotômetro de absorção atômica, Laboratório de Fertilidade do Solo, UFRPE. Re1 = linha de amostragem na Área de Referência; L1 = linha de amostragem localizada a frente da unidade de reprocessamento; C1 = linha de amostragem localizada ao lado da unidade de reprocessamento.

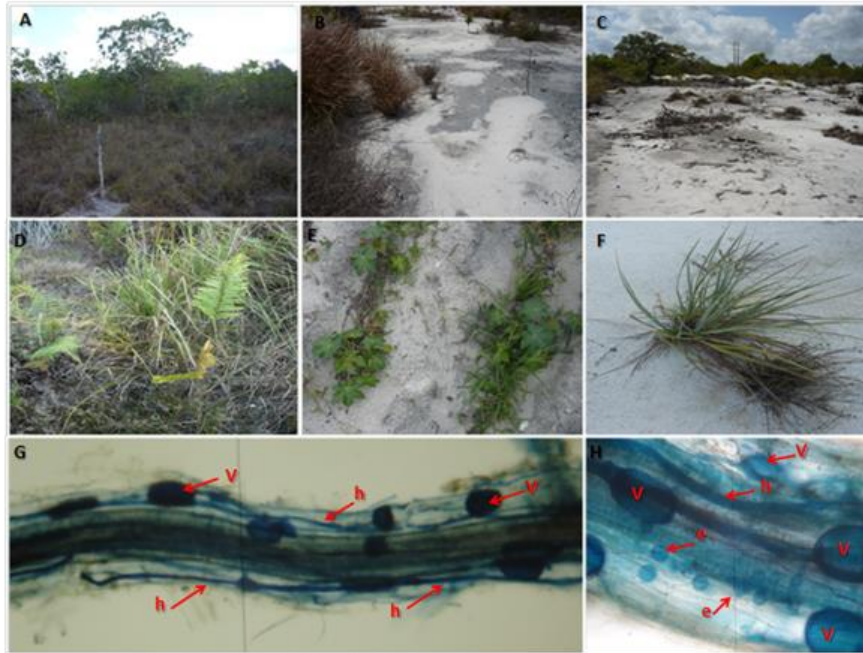


Figura 1 – Visão geral do local de amostragem e algumas espécies vegetais amostradas. A) Área de referência = Re1; B) Área de deposição de escórias localizada em frente da unidade de reprocessamento = L1; C) Área ao lado da unidade de reprocessamento = linhas de amostragem C1; D) *Pteris* sp; E) *Ricinus communis*; F) *Cyperus* sp; G) Colonização radicular de *Pteris* sp; H) Colonização radicular de *Ricinus communis*. V= vesículas, h= hifas fúngicas, e= esporos.

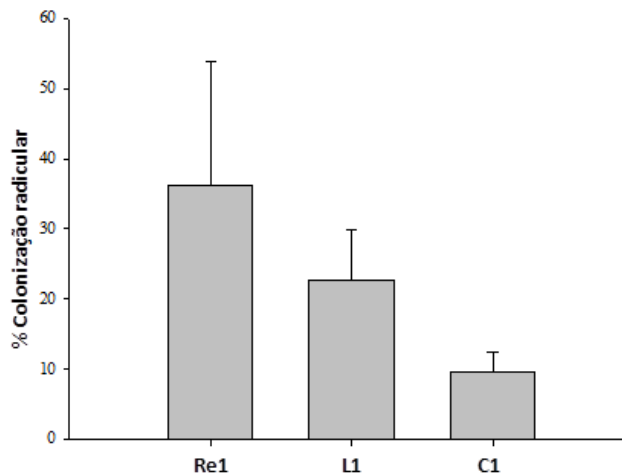


Figura 2 – Colonização radicular (%) de fungos micorrízicos arbusculares nos solos contaminados com chumbo. Re1 = linha de amostragem na Área de Referência; L1 = linha de amostragem localizada a frente da unidade de reprocessamento; C1 = linha de amostragem localizada ao lado da unidade de reprocessamento.