

INDICADORES MICROBIANOS DA QUALIDADE DO SOLO E USO DE LEUCENA MICORRIZADA PARA REMEDIAR SOLO CONTAMINADO POR BORO E METAIS PESADOS

VANESSA C. PAULA¹; NÚBIA A. GACHETT², ANA LÚCIA DE LIMA², ADRIANA P.D. SILVEIRA³

Nº 0700030

Resumo

Na remediação de solo contaminado pode-se utilizar fitorremediação, com o emprego de plantas e da microbiota associada, ou seja, o uso de plantas micorrizadas, que possam aumentar a absorção e acumulação de nutrientes e metais, ao mesmo tempo que apresentam maior tolerância ao excesso de metais. Os objetivos desse estudo foram: avaliar os efeitos de altos níveis de MPs, Zn e Cu, e B em um solo, procedente de uma área que recebeu um resíduo de sucata automobilística, sobre a atividade e biomassa da comunidade microbiana do solo e avaliar o efeito do estabelecimento da micorriza arbuscular no crescimento e tolerância ao excesso de MPs e B pela leucena, visando seu emprego como planta remediadora de solos contaminados. Em casa de vegetação, foi realizado um experimento fatorial 3x5, utilizando-se leucena, sendo duas espécies de FMAs – *Glomus etunicatum* e *Glomus macrocarpum* e um controle (sem inoculação de FMA), empregando-se 5 proporções de solo – controle (coletado na área adjacente, onde não houve incorporação do resíduo) nas proporções de 0, 25, 50, 75 e 100% do solo com resíduo. A inoculação de ambos FMAs promoveram maior crescimento das plantas no solo com resíduo. O quociente metabólico (qCO₂) mostrou-se um indicador sensível da qualidade do solo com excesso de Zn, Cu e B.

Abstract

Remediation of contaminated soil may be done by phytoremediation, using plants and the associated microbiota, such as mycorrhizal plants, that can increase the absorption and accumulation of nutrients and heavy metals (HM), at the same time that they present greater tolerance to excessive metal concentrations. The objectives of this study were to evaluate the effect of high levels of HMs, Zn and Cu, and B in soil, obtained from an area that received a residue from automobile scrap, on soil microbial activity and biomass and on the establishment and effect of arbuscular mycorrhiza on growth and tolerance to the excess of HMs and B in leucena, aiming its use for soil remediation. The experiment was carried out under greenhouse conditions, in factorial 3x5 scheme: two species of AMFs - *Glomus etunicatum* and *Glomus macrocarpum* - and a control (without AMF inoculation), using 5 ratios of control –soil (collected in the adjacent area, where it did not have incorporation of the residue): 0, 25, 50, 75 and 100% of the soil with residue. The inoculation of both AMFs promoted greater growth of the plants in the soil with residue addition. The metabolic quotient (qCO₂) revealed a sensible indicative of the soil quality with excess of Zn, Cu and B.

1-Bolsista CNPq: Graduação em Ciências Biológicas, FCB/PUC-CAMPINAS, Campinas-SP, vcpaula@uol.com.br

2-Mestranda da PG em Agricultura Tropical e Subtropical, IAC, Campinas, SP.

3-Orientadora: Pesquisadora, Centro de P&D de Solos e Recursos Ambientais/IAC, Campinas-SP

Introdução

A contaminação do solo é uma das preocupações ambientais uma vez que interfere no ambiente global da área afetada, podendo originar problemas de saúde pública. Os parâmetros biológicos podem avaliar o impacto atual dos contaminantes sobre os organismos do solo, pois detectam a inibição no seu crescimento e atividade sob condições de estresse, sendo, portanto, empregados como indicadores da qualidade do solo. Uma das possibilidades de remediação de solos contaminados é a biorremediação, que consiste na utilização de organismos vivos (microrganismos ou plantas) para descontaminar ambientes pela transformação ou degradação de poluentes. Uma vertente é a fitorremediação, que envolve o uso de plantas, sua microbiota associada e amenizantes do solo, além de práticas agronômicas que em conjunto podem remover, imobilizar ou tornar os contaminantes inofensivos ao ecossistema (ACCIOLY & SIQUEIRA, 2000). Associados à maioria das plantas estão os fungos micorrízicos, formadores de micorriza – simbiose que se estabelece entre as raízes da planta e tais fungos do solo. As plantas beneficiam-se, na maioria dos casos, da associação tendo efeitos positivos sobre o seu desenvolvimento, principalmente devido à maior aquisição de nutrientes (SMITH, 1995). O papel das micorrizas no aumento da tolerância e proteção das plantas aos MPs resultam em maior produção de biomassa o que é requisito fundamental para a fitorremediação de solos contaminados. O objetivo do experimento foi avaliar o efeito do excesso de metais pesados, Zn e Cu, e de B no desenvolvimento de leucena sob influência de micorriza arbuscular e na atividade e biomassa microbianas do solo.

Material e Métodos

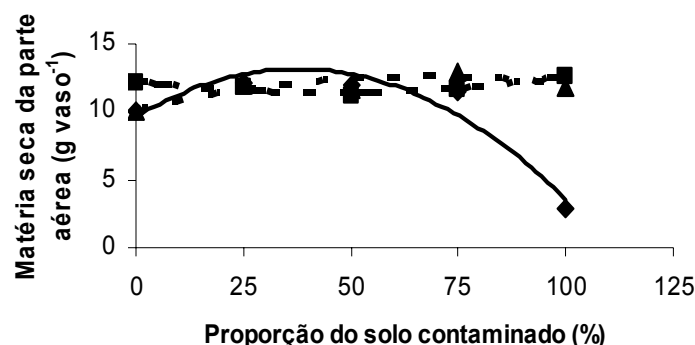
O experimento foi realizado em casa de vegetação, em esquema fatorial 3x5, com delineamento inteiramente casualizado, e cinco repetições, constando de dois fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) e um controle (sem inoculação de FMA) e cinco proporções de solo com resíduo e o solo – controle (solo sem resíduo): 0 (solo-controle), 25%, 50%, 75% e 100% do solo com resíduo. A planta utilizada foi a Leucena. O solo utilizado - Cambiossolo háplico, distrófico e textura argilosa - foi coletado de uma área agrícola contaminada com Zn (246 mg dm^{-3}), Cu (24 mg dm^{-3}) e B ($8,5 \text{ mg dm}^{-3}$), pelo despejo de um resíduo de sucata automobilística, em Piracicaba, SP. Foi realizada a inoculação dos FMAs, - *Glomus macrocarpum* (GM) e *Glomus intraradices* (GI), mantendo-se um controle, sem inoculação de FMA, mas com a presença dos FMAs nativos (FN). Aos 90 dias após semeadura, a parte aérea foi cortada na altura do colo e seca em estufa. As seguintes variáveis foram determinadas: 1- Crescimento das plantas: massa da matéria

seca da parte aérea e a massa da matéria fresca de raiz; 2- Determinação da atividade de fosfatase ácida e da redutase do nitrato nas folhas, 10 dias antes da colheita das plantas; 3- Determinação da colonização micorrízica pelo método dos segmentos radiculares em lâmina; 4- Parâmetros microbiológicos: carbono da biomassa microbiana determinado pelo método da fumigação-extração; liberação de CO₂ (respiração basal do solo) e o quociente metabólico, q-CO₂, que representa a quantidade de C – CO₂ liberada por unidade de C – biomassa microbiana. Os dados foram submetidos à análise da variância, regressão polinomial e teste de Tukey a 5%, utilizando-se o programa estatístico Sisvar.

Resultados e Discussão

A matéria seca da parte aérea (MSPA) e a matéria fresca da raiz (MFR) de leucena somente variaram em relação à proporção de solo controle (SR) – solo com resíduo (CR) quando as plantas estavam colonizadas por FMAs nativos (Figura 1). No solo sem resíduo, as plantas colonizadas por FN+GM apresentaram maior MSPA, enquanto que no solo com resíduo (100%), foram as colonizadas por FN+GM e FN+GI. Em relação à MFR, no solo sem resíduo, as plantas colonizadas por FN+GI superaram as demais, enquanto que no solo com resíduo (100%), as colonizadas por FN+GI e FN+GM apresentaram maior biomassa radicular que as colonizadas por somente FN (Figura 1). As plantas de leucena apresentaram uma colonização micorrízica em torno de 60%. A atividade da fosfatase ácida é um indicativo do nível de P na planta, sendo que maior atividade está relacionada à deficiência do nutriente no tecido vegetal. Assim, as plantas colonizadas por somente FN apresentaram maior atividade tanto no solo sem resíduo quanto no com resíduo (100%), indicando que as plantas deste tratamento estavam deficientes em P (Figura 2). A atividade da redutase do nitrato nas folhas da leucena diminuiu nas maiores proporções de solo com resíduo e não houve diferença significativa entre os FMAs (Figura 2). Esses resultados indicam uma diminuição na atividade dessa enzima em situações de maior estresse, ou seja, menor quantidade de nitrogênio na forma assimilável para planta. A respiração basal, que pode ser utilizada como um indicador microbiano da qualidade do solo, foi significativamente maior no solo com resíduo (100%) que no solo sem resíduo (sem contaminação). Esse aumento pode estar relacionado com a presença de matéria orgânica e efeito rizosférico de exsudatos radiculares, visto que, o solo com resíduo foi amostrado de uma área onde havia vegetação espontânea abundante, o que pode ter causado um aumento na atividade microbiana. Entretanto, pode-se também dizer que com o aumento da concentração de MPs, os microrganismos estavam em estado de estresse metabólico, com alta taxa de respiração como forma de sobrevivência. O carbono da biomassa microbiana

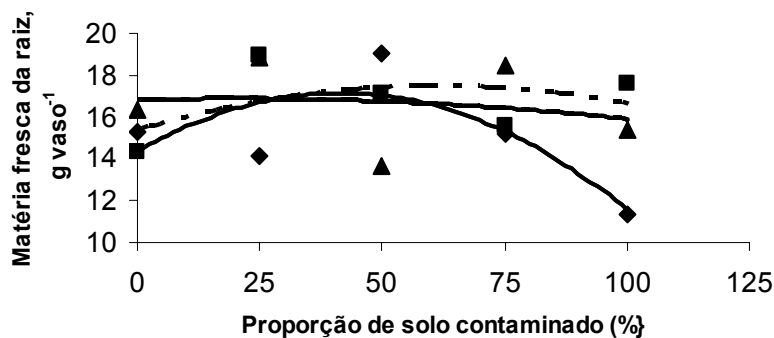
tem sido utilizado como um indicador de mudanças ecossistema edáfico sob o efeito de estresse causado pelo excesso de MPs, uma vez que a biomassa mede a comunidade viva no solo. No solo com resíduo, a rizosfera da planta colonizada por FN mostrou maior biomassa microbiana, provavelmente por já estarem adaptados ao local (Figura 3). No solo com resíduo, o qCO_2 foi significativamente maior, ou seja, a microbiota do solo encontrava-se mais estressada nesta condição de alta concentração de MPs e B do que no solo sem resíduo, o que mostra que este parâmetro é um bom indicador da qualidade do solo.



♦ Fungo nativo: $y = -0,002457x^2 + 0,184946x + 9,661771$ $R^2 = 0,92$

■ *Glomus macrocarpum* - ns

▲ *Glomus intrarradices* - ns

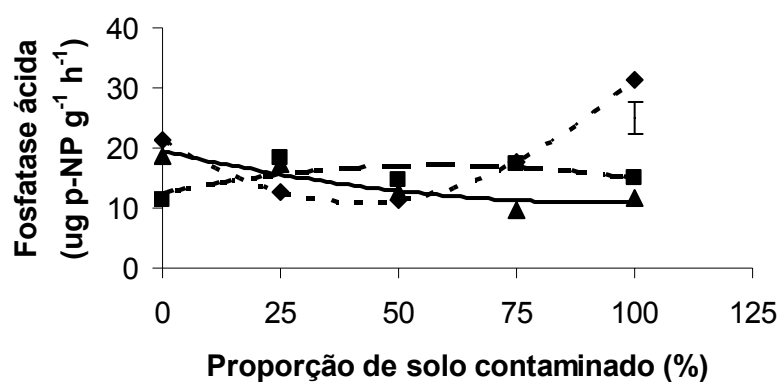


♦ Fungo nativo: $y = -0,00163x^2 + 0,135211x + 14,346857$ $R^2 = 0,63$

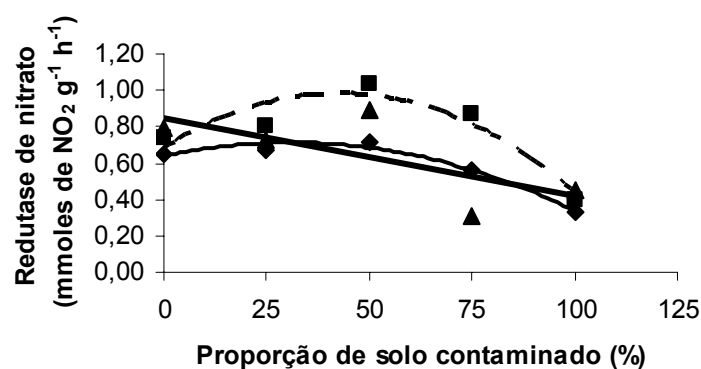
■ *Glomus macrocarpum* - ns

▲ *Glomus intrarradices* - ns

Figura 1. Matéria seca da parte aérea e matéria fresca da raiz de leucena em função de diferentes proporções de solo sem resíduo (0) e solo com resíduo (100%).



- ♦ Fungo nativo= $y = 0,00599x^2 - 0,497664x + 21,312$ $R^2 = 1$
 ■ *Glomus macrocarpum*= $y = 0,001368x^2 - 0,161481x + 12,442286$ $R^2 = 0,50$
 ▲ *Glomus intraradices* - ns



- ♦ Fungo nativo: $y = -0,00008x^2 + 0,0049x + 21,312$ $R^2 = 0,97$
 ■ *Glomus macrocarpum*: $y = -0,00017x^2 + 0,014x + 0,68$ $R^2 = 0,87$
 ▲ *Glomus intraradices*: $y = -0,0044x + 0,85$ $R^2 = 0,50$

Figura 2. Atividade de fosfatase ácida e da redutase do nitrato em folhas de leucena em função de diferentes proporções de solo sem resíduo (0) e solo com resíduo (100%).

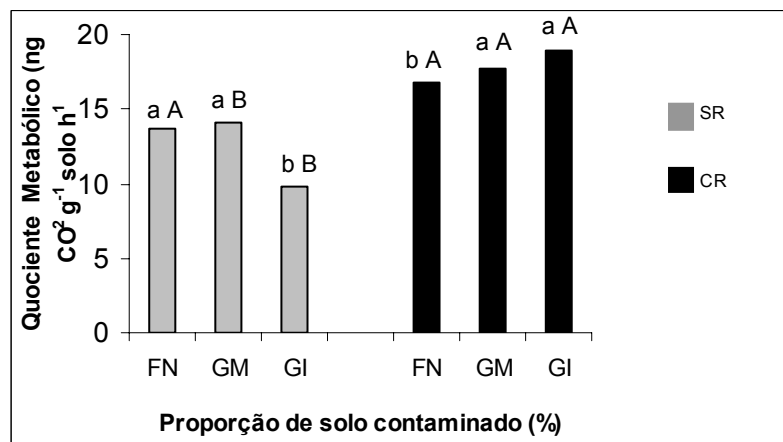
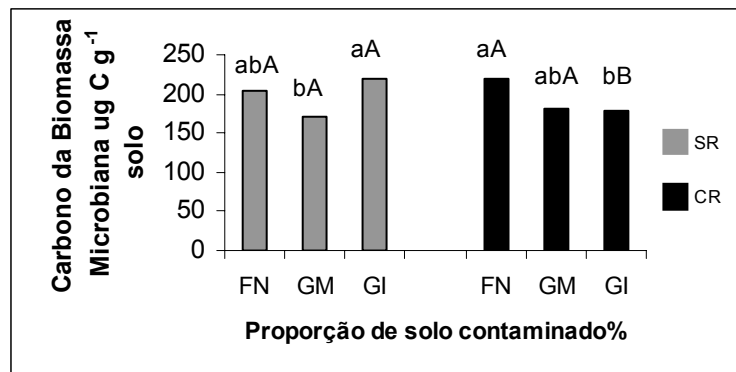


Figura 3. Carbono da biomassa microbiana do solo e quociente metabólico no solo sem resíduo (SR) e com resíduo (CR) cultivado com leucena colonizada pelos fungos micorrízicos arbusculares FN- fungos nativos, GM- *Glomus macrocarpum* e GI – *Glomus intraradices*. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. Letra minúscula compara entre fungos no mesmo solo e, maiúsculas, entre solos dentro do mesmo fungo.

Literatura Citada

ACCIOLY, A. M. A.; SIQUEIRA, J. O. Contaminação química e biorremediação do solo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V.; V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R. Tópicos em ciência do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. v. 1. p. 299-352.

SMITH, L.A.; MEANS. J.L; CHEN, A.; CHAPMAM, C.C.; TIXIER, J.S. Remediation options for metals contaminated sites. Boca Raton, CRC press, 1995.