

UTILIZAÇÃO DE LODO DE FOSFATIZAÇÃO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE ESPÉCIES NATIVAS¹

Vasco Luiz Altafin²; Wagner Polonio³; Gerson Araujo de Medeiros²; Marcos Frutuoso Brandão⁴; Fernanda Dantas Zuin⁴; Eder A. Buscarato⁵; Milena Ormastroni Menezes⁶

RESUMO

Resíduos provenientes de processos industriais têm sido um dos principais passivos ambientais gerados na sociedade contemporânea, exigindo elevados custos para a sua disposição final. O seu reuso na agricultura é uma alternativa como fonte de nutrientes para as plantas e disposição final. O objetivo do presente trabalho é avaliar a possibilidade de reaproveitamento do lodo de fosfatização gerado a partir do processo industrial de fosfatização de pistões na Mahle Metal Leve S.A., de Mogi Guaçu, Estado de São Paulo, para produção de mudas de espécies nativas utilizadas em reflorestamento. Um experimento foi instalado no Viveiro de Mudas e na Estufa da Área de Fisiologia Vegetal do CREUPI – Centro Regional Universitário de Espírito Santo do Pinhal-SP. As espécies nativas avaliadas foram a mirindiba-rosa (*Lafoensia glyptocarpa*), paineira (*Chorisia speciosa*) e aroeira-pimenteira (*Schinus terebinthifolia*). O crescimento das plantas foi avaliado pela determinação da massa de matéria fresca e da massa de matéria seca. Os resultados obtidos mostram que o lodo de fosfatização da Mahle Metal Leve S.A. possui alto potencial para utilização na agricultura, mas se fazem necessários mais estudos para dimensionar a dosagem adequada em plantações de nativas. A aroeira-pimenteira apresentou o melhor desempenho entre as espécies avaliadas.

Palavras chave: lodo de fosfatização, espécies nativas, reuso de resíduos.

PHOSPHATE SLUDGE USED IN THE PRODUCTION OF SEEDLINGS OF NATIVE TREE SPECIES

ABSTRACT

Industrial residues have been one of the main environmental liabilities generated by contemporary society, requiring high costs for their final disposal. Their reuse in agricultural applications therefore represents an alternative solution, both as a source of nutrients for plants and for the final disposal of these residues. The main goal of this work is to evaluate the feasibility of reusing phosphate sludge generated by the industrial piston phosphatization processes of Mahle Metal Leve S.A., a metallurgical manufacturer located in Mogi Guaçu, state of São Paulo, Brazil, to fertilize seedlings of native tree species used for reforestation. An experiment was set up in the Seedling Nursery and the Greenhouse of the Department of Vegetal Physiology of CREUPI – Centro Regional de Espírito Santo do Pinhal, SP, Brazil. The native species evaluated were mirindiba-rosa (*Lafoensia glyptocarpa*), aroeira-pimenteira (*Chorisia speciosa*) and paineira (*Schinus terebinthifolia*). The plants' growth was assessed by determining the mass of fresh and dry matter. Our findings indicate that the phosphate sludge from Mahle Metal Leve S.A. has a promising potential for use in agriculture, although further studies are required to define the appropriate dosages for plantations of native tree species. Of the species evaluated, Aroeira-pimenteira displayed the most favorable response.

Key words: phosphate sludge, native species, reuse of industrial residues

Artigo recebido em agosto de 2003 e aceito para publicação em outubro de 2003.

¹ Trabalho parcialmente financiado pela Indústria Mahle Metal Leve S. A., Mogi Guaçu, SP.

² Professor do Curso de Engenharia Ambiental – Centro Regional Universitário de Espírito Santo do Pinhal – CREUPI, e-mail: vasco@creupi.br

³ Coordenador Corporativo do Sistema de Gestão Ambiental da Mahle Metal Leve S.A.

⁴ Acadêmico do Curso de Engenharia Ambiental - CREUPI

⁵ Acadêmico do Curso de Engenharia Agrônômica - CREUPI

⁶ Técnica do Laboratório de Biotecnologia Vegetal - CREUPI

INTRODUÇÃO

Resíduos sólidos, produzidos pelos processos industriais, têm se tornado um dos principais passivos ambientais da sociedade contemporânea. Uma das alternativas de destinação desses resíduos é a sua disposição em aterros industriais, porém essa é uma medida de custo elevado e que não traz garantias totais de segurança ao meio ambiente.

Outras possibilidades são a sua reutilização nos processos industriais, geração de novos produtos, ou o emprego na agricultura como corretivo, fonte de nutrientes ou substrato, dependendo da composição do resíduo, como relatado por Prado et al. (2002), Melloni et al. (2001), Prado & Fernandes (2000), Accioly et al. (2000), Piau (1995).

Na indústria de autopeças, um dos processos realizados é o de revestimento fosfático, cuja finalidade é reduzir o desgaste de peças metálicas por contato. Para esse fim, utiliza-se do fosfato de manganês, pois este proporciona uma melhora nas propriedades lubrificantes de peças deslizantes; evita que se fundam os metais submetidos a cargas elevadas, e elimina, quimicamente, pequenas irregularidades deixadas pelas ferramentas (Sobrinho et al., 2000).

A indústria de autopeças Mahle Metal Leve S.A., com sede em Mogi Guaçu – SP, realiza um banho de fosfatização nos pinos de pistão por ela produzidos. Nesse processo, gera-se o efluente

fosfato de manganês, o qual é armazenado e, posteriormente, bombeado para a estação de tratamento de efluente industrial.

Após o tratamento e separação da água, o resíduo sólido restante, denominado lodo de fosfatização, é seco e prensado. Esse resíduo, caracterizado como classe II pela norma ABNT NBR 10004 é, posteriormente, enviado para um aterro industrial licenciado pela CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental).

O objetivo do presente trabalho é o de avaliar a utilização do lodo de fosfatização, proveniente da indústria de autopeças Mahle Metal Leve S.A., no preparo de mudas de espécies nativas utilizadas em reflorestamento e recuperação de áreas degradadas.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente experimento foi instalado no Viveiro de Mudas e na Estufa de Fisiologia Vegetal do Centro Regional Universitário de Espírito Santo do Pinhal (Campus I - CREUPI), em Espírito Santo do Pinhal, Estado de São Paulo.

O resíduo utilizado para o preparo de mudas de espécies nativas foi o lodo de fosfatização proveniente da indústria de autopeças Mahle Metal Leve S.A., de Mogi Guaçu, Estado de São Paulo. A composição química do resíduo é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Características químicas do lodo de fosfatização da Mahle Metal Leve S.A., em maio de 2002.

Parâmetros	Resultado mg kg ⁻¹
Arsênio	< 0,5
Bário	15,6
Cádmio	2,42
Cloro residual	< 1,0
Chumbo	13,4
Cianetos	< 0,5
Cobre	13,4
Cromo total	2,78
Ferro total	
Fluoreto	7,47
Manganês total	573
Mercúrio	< 0,5
Nitratos	26,3
Prata	< 0,5
Selênio	< 0,5
Zinco	71,1

Metodologia analítica baseada no “Standard Methods for the examination of water and wastewater”

O experimento foi iniciado em 7 de maio de 2002, quando o resíduo foi misturado com areia de rio lavada, em proporções iguais, para se compor o substrato. Após a homogeneização da mistura, os componentes foram colocados em bandejas de plástico com 24 células cada.

As espécies nativas utilizadas no presente estudo foram a mirindiba-rosa (*Lafoensia glyptocarpa*), a aroeira-pimenteira (*Chorisia speciosa*) e a paineira (*Schinus terebinthifolia*) (Joly, 1998; Lorenzi, 2001), as quais são utilizadas em reflorestamento de matas ciliares (Rodrigues & Leitão Filho, 2000). Essas espécies não receberam qualquer tipo de pré-tratamento, seja através de adubações ou reguladores de vegetais, bem como de defensivos agrícolas.

Colocaram-se as bandejas semeadas sob estufa coberta com filme plástico de 150 microns UV e sombrite, o qual permitiu um sombreamento de 50% sobre as bancadas e aplicou-se a irrigação diariamente. A altura das bancadas foi de 0,50 m para permitir uma boa aeração do sistema radicular das plantas.

Após aproximadamente duas semanas da semeadura, iniciou-se a germinação, porém não de forma homogênea. No dia 20 de setembro de 2002, realizou-se a primeira coleta para a avaliação do crescimento vegetal das plântulas, sendo avaliadas a massa de matéria fresca (MMF) e a massa de matéria seca (MMS) da raiz e da parte aérea, pois estes são parâmetros fisiológicos muito utilizados para caracterizar crescimento de plantas em estudos fisiológicos (Salisbury & Ross, 1991; Taiz & Zeiger, 1998).

Com auxílio de uma espátula, as plântulas foram retiradas das bandejas e levadas ao Laboratório de Biotecnologia Vegetal do CREUPI, no qual realizou-se uma lavagem das raízes para a retirada dos resíduos de substrato, secagem das plantas e pesagem para a determinação da massa de matéria fresca.

Após essa primeira pesagem, as plântulas foram levadas à estufa de secagem sob temperatura média de 60°C, por um período de cinco dias. O material vegetal desidratado foi então pesado novamente para determinação da massa de matéria seca.

No dia 26 de setembro, as espécies foram transplantadas em sessenta vasos, sendo trinta de dez e trinta de cinco litros. Metade dos vasos foi preenchida com a mistura homogeneizada de lodo de fosfatização e areia, na mesma proporção, constituindo-se no tratamento a ser analisado. Na metade restante, somente terra vegetal e húmus foram usados no preenchimento, constituindo-se na testemunha.

As três espécies utilizadas no presente estudo foram semeadas nos vasos preenchidos como a mistura de lodo e areia, perfazendo dez vasos por espécie, sendo cada vaso uma repetição. O mesmo ocorreu com a testemunha, com cada espécie sendo semeada em dez vasos.

As bancadas foram preparadas com um pequeno declive e com um sistema de coleta da água de irrigação lixiviada dos baldes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O substrato composto pela mistura de lodo de fosfatização e areia foi eficiente para o desenvolvimento das sementes das espécies mirindiba-rosa, paineira e aroeira-pimenteira.

Os embriões, na fase de germinação, utilizaram as reservas das sementes para seu desenvolvimento inicial. Quando as raízes iniciaram o seu crescimento e exploraram o substrato contendo areia e lodo de fosfatização, houve um incremento de massa de matéria seca, permitindo uma diferenciação adequada da parte aérea e do sistema radicular.

Na fase seguinte do ensaio, a partir do transplantio, foi avaliada a evolução do crescimento das plantas por meio da determinação da massa de matéria fresca (MMF) e da massa de matéria seca (MMS) das plantas, cujos resultados são apresentados na Tabela 2. Nessa tabela, os valores de MMF e MMS das espécies vegetais correspondentes à testemunha são os mesmos daquelas referentes aos tratamentos, pois todas as plantas foram submetidas ao mesmo substrato na fase de semeadura e germinação.

Observa-se, após cinco semanas de crescimento, a superioridade de todas as espécies nativas transplantadas para os vasos contendo terra vegetal e húmus (testemunha), em relação às espécies submetidas ao tratamento com lodo de fosfatização mais areia (Tabela 2).

A diferença relativa entre a massa de matéria fresca observada nos tratamentos e aquela da testemunha atingiu 85%, 86% e 79,6%, respectivamente, para as espécies vegetais mirindiba-rosa, paineira e aroeira-pimenteira.

No que se refere a MMS, essas diferenças alcançaram 82%, 67% e 78% para as nativas mirindiba-rosa, paineira e aroeira-pimenteira, respectivamente.

O maior ganho relativo de matéria seca ocorreu, no período observado, na espécie vegetal aroeira-pimenteira, tanto no tratamento com areia mais lodo de fosfatização quanto para a testemunha, atingindo 71% e 93%, respectivamente.

Tabela 2. Evolução da massa de matéria fresca e da massa de matéria seca total das espécies vegetais plantadas na mistura, em partes iguais, de lodo de fosfatização e areia (tratamento) e terra vegetal (testemunha), em Espírito Santo do Pinhal, no ano de 2002.

Data	Massa de Matéria Fresca (MMF)					
	mirindiba-rosa		paineira		aroeira-pimenteira	
	Tratamento	Testemunha	Tratamento	Testemunha	Tratamento	Testemunha
	g planta ⁻¹					
20/09/02	0,38	0,38	3,64	3,64	0,49	0,49
28/10/02	0,42	2,85	3,92	27,98	2,37	11,08

Data	Massa de Matéria Seca (MMS)					
	mirindiba-rosa		paineira		aroeira-pimenteira	
	Tratamento	Testemunha	Tratamento	Testemunha	Tratamento	Testemunha
	g planta ⁻¹					
20/09/02	0,12	0,12	0,60	0,60	0,15	0,15
28/10/02	0,13	0,73	1,34	4,10	0,51	2,29

Por outro lado, a mirindiba-rosa foi aquela que apresentou a menor evolução relativa de MMS, alcançando um ganho de 8% e 84% no tratamento e na testemunha, respectivamente. Em posição intermediária, a paineira apresentou um crescimento relativo de 55% e 85% quando submetida ao tratamento avaliado e à testemunha, respectivamente.

O mesmo se observou quando se analisou o ganho relativo de MMF, mais uma vez destacando-se a nativa aroeira-pimenteira, que apresentou um aumento relativo de matéria fresca de 79% e 96% no tratamento e na testemunha, respectivamente.

Todavia, o desempenho das espécies mirindiba-rosa e paineira foram muito próximos, no que se refere ao aumento relativo de matéria fresca. Uma elevação de 10% e 87% foi observada na MMF da mirindiba-rosa, sob condições de tratamento e testemunha, respectivamente, e de 7% e 87% para a paineira semeada nos substratos lodo mais areia (tratamento) e terra vegetal (testemunha), respectivamente.

Pelos resultados obtidos, observa-se que o desempenho relativo, sob condições de testemunha, da espécie vegetal aroeira-pimenteira foi superior ao das outras nativas estudadas e esse fato se repetiu também nas condições do substrato formado pela mistura do lodo de fosfatização mais areia.

O melhor desempenho das plantas que cresceram no substrato de terra vegetal mais húmus em relação ao tratamento com lodo de fosfatização e areia deve-se, provavelmente, ao fornecimento de nutrientes de forma balanceada durante o período avaliado.

Apesar desse desbalanceamento, formaram-se mudas adequadas para o processo de plantio em campo, servindo como um bom material para utilização de recuperação de áreas degradadas ou reflorestamento de matas ciliares, nas espécies avaliadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O lodo de fosfatização da indústria de autopeças possui alto potencial para utilização em cultivos protegidos, mas se faz necessário mais estudos para dimensionar a dosagem adequada desse resíduo para ser utilizado como fonte de nutrientes por espécies nativas.

O desempenho da espécie nativa aroeira-pimenteira foi superior ao das demais espécies analisadas, em todas as condições testadas no presente ensaio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACCIOLY, A. M. A.; FURTINI NETO, A. E.; MUNIZ, J. A.; FAQUIN, V.; GUEDES, G. A. A. Pó de forno elétrico de siderurgia como fonte de micronutrientes e de contaminantes para plantas de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 7, p. 1483-1491, jul. 2000.
- JOLY, A. B. **Botânica: introdução à taxonomia vegetal**. São Paulo: Ed. Nacional, 1998.
- LORENZI, H. **Arvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Ed. Plantarum, 2001.

MELLONI, R.; SILVA, F. A. M.; MOREIRA, F. M. S.; FURTINI NETO, A. E. Pó de forno de aciaria elétrica na microbiota do solo e no crescimento da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 12, p. 1547-1554, dez. 2001.

PIAU, W. C. **Efeitos de escórias de siderurgia em atributos químicos de solos e na cultura do milho (*Zea mays* L.)**. Piracicaba, 1995. 124p. Tese (Doutorado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo.

PRADO, R. M.; COUTINHO, E. L. M.; ROQUE, C. G.; VILLAR, M. L. P. Avaliação da escória de siderurgia e de calcários como corretivos da acidez do solo no cultivo da alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 4, p. 539-546, abr. 2002.

PRADO, R. M.; FERNANDES, F. M. Escória de siderurgia e calcário na correção da acidez do solo cultivado com cana de açúcar em vaso. **Scientia Agrícola**, v. 57, n. 4, p. 739-744, 2000.

RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. de F. **Matas Ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Edusp, 2000.

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Plant Physiology**. Califórnia: Wadsworth, 1991.

SOBRINHO, A. C.; SALOMOMI, C. F.; VINHO, C. O porque do uso do fosfato de manganês em peças. **Tratamento de superfície 100**, p. 50-54, março/abril, 2000

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant Physiology**. Massachusetts: Sinauer, 1998.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho teve importância histórica para o curso de Engenharia Ambiental do CREUPI, pois foi a primeira parceria do curso com uma empresa do setor produtivo industrial.

Essa parceria proporcionou uma importante interação entre a universidade e o setor produtivo de autopeças, envolvendo professores, acadêmicos e profissionais da área ambiental.

Desta forma, os autores agradecem à Fundação Pinhalense de Ensino e à indústria Mahle Metal Leve S.A. de Mogi Guaçu pelo apoio e suporte financeiro ao presente trabalho que, pela escassez de publicações científicas encontrada, demonstra a necessidade de estudos dessa natureza para as condições ambientais e de espécies brasileiras.

