

Ossos de suínos pirolisado como fonte de P na produção de mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi⁽¹⁾

Ana Luiza Carvalho Guimarães de Aguiar⁽²⁾; Pedro Vaz Rocha⁽³⁾; Fabiano de Carvalho Balieiro⁽⁴⁾; Etelvino Henrique Novotny⁽⁴⁾; Sergio Miana de Faria⁽⁵⁾; Everaldo Zonta⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Embrapa, Projeto 02.12.01.022.00.00, e CNPq (bolsa PIBIC)

⁽²⁾ Graduanda em Engenharia Química pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro . R. São Francisco Xavier, 524 - Maracanã, Rio de Janeiro - RJ, 20550-900, analuzacga@hotmail.com;

⁽³⁾ Graduando em Engenharia Florestal pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rodovia BR 465, Km 07, s/n - Zona Rural, Seropédica - RJ, 23890-000; pedrovaz-522@hotmail.com;

⁽⁴⁾ Pesquisador, Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico, 1024, Rio de Janeiro-RJ, 22460-000: fabiano.balieiro@embrapa.br; etelvino.novotny@embrapa.br;

⁽⁵⁾ Pesquisador, Embrapa Agrobiologia, Rodovia BR 465, Km 07, Seropédica, RJ, 23890-00, sergio.defaria@embrapa.br;

⁽⁶⁾ Professor Adjunto do Departamento de Solos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rodovia BR 465, Km 07, s/n - Zona Rural, Seropédica - RJ, 23890-000: ezonta@ufrj.br;

RESUMO: O fósforo é um dos principais elementos limitantes ao crescimento de mudas florestais em estágio inicial de desenvolvimento. O objetivo desse projeto foi estudar o potencial de utilização de biocarvão de resíduos do abate de suínos (ossos, especialmente) na produção de mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi, espécie florestal, tendo em vista que no processo de produção desses biocarvões eles adquiriram composições diferenciadas de P. Oito tratamentos foram testados, sendo sete fontes de P (cinco carvões e dois de fonte mineral) e uma de testemunha absoluto, que não recebera qualquer fonte de P. O experimento fora desenvolvido em casa de vegetação da Embrapa Agrobiologia. O crescimento (altura e diâmetro de colo) foi monitorado até que as mudas atingissem 40 cm de altura. Após 15 dias, foram observadas respostas positivas ao uso de biochar e fertilizantes de origem mineral, sendo essas similares estatisticamente. De forma preliminar, foi concluído que os diferentes carvões estimularam o crescimento de plantas de *Schinus terebinthifolius* nos primeiros 15 dias de desenvolvimento, em níveis similares a fontes minerais de P. Mas o potencial de uso como fertilizante só poderá ser confirmado com a análise dos tecidos vegetais, ao final do experimento.

Termos para indexação: biochar; fósforo; fertilidade; aroeirinha.

INTRODUÇÃO

Recentemente, a biomassa carbonizada produzida em ambientes controlados (pirólise em ambientes com pouco ou sem oxigênio), passou a fazer parte do grupo de condicionadores de solo, recebendo a denominação de biochar, quando seu uso destina-se à aplicação no solo de forma deliberada, com intuito de melhorar seus atributos (LEHMANN et al., 2006; NOVOTNY et al., 2012).

O biochar apresenta características que podem aumentar o crescimento das plantas, por meio da maior retenção de água e nutrientes no solo, por conta da sua natureza porosa e forma relativamente estável, podendo fornecer ainda outros serviços, tais como aumento do sequestro de carbono da atmosfera e melhorias das propriedades físicas e biológicas do solo (GLASER et al., 2002; LEHMANN et al., 2003). A atividade e diversidade microbiana, a fixação biológica de N₂ (FBN) e a colonização radicular pelos fungos micorrízicos também são potencializadas quando o biochar é aplicado ao solo (LEHMANN; RONDON, 2006). Essas características fazem do biochar uma alternativa interessante como condicionador de substratos para a produção de mudas de espécies florestais.

A espécie *Schinus terebinthifolius* Raddi, popularmente conhecida como aroeirinha, é uma espécie nativa, não endêmica do Brasil. É pioneira, heliófita, comum em beiras de rios, córregos e em várzeas úmidas, mas cresce também em solos secos e pobres. Com essa plasticidade, é uma espécie amplamente utilizada em programas de revegetação de matas ciliares, nascentes e na recuperação de áreas degradadas (LORENZI et al., 1998; RODRIGUES et al., 2009; SOUZA et al., 2001).

A *Schinus terebinthifolius* tem apresentado deficiência considerável em seu crescimento inicial na ausência de P (ANDRADE; BOARETTO, 2012). Estudo da resposta a doses crescentes desse nutriente foi realizado por Resende et al. (1999), ajustando-se um modelo raiz quadrático para as produções de matéria seca de parte aérea e total da espécie. Ou seja, obteve-se respostas decrescentes às doses de P, porém sempre positivas. A espécie, juntamente com outras espécies pioneiras, tem exigência elevada em P na fase inicial de desenvolvimento.

O biochar como condicionador de substrato tem sido estudado recentemente, mas poucos trabalhos foram feitos utilizando esse material como fonte de P (WANG et al., 2014). Ossos suínos são fontes potenciais de P para as plantas, entretanto atenção deve ser dada a questões sanitárias. A pirólise pode esterilizar esse tipo de material, assim como eliminar odores. Além disso, as condições de pirólise podem alterar significativamente a estrutura do fosfato (brushita ou hidróxi-apatita) no produto final, resultando em materiais com diferentes solubilidades (NOVOTNY et al., 2012). Tendo isso em vista, avaliou-se o potencial de biochar produzido a partir de ossos suínos, sob cinco diferentes condições de pirólise, como componente de substratos para mudas de *S. terebinthifolius*.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo está sendo conduzido em casa de vegetação na Embrapa Agrobiologia, no Município de Seropédica, RJ, localizado a 22° 46' de latitude Sul e 43° 41' de longitude Oeste, e altitude média de 33 metros. O clima predominante na região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw, com verões chuvosos e invernos secos. A média pluviométrica anual é de 1.250 mm e as temperaturas médias mensais variam de 16 °C (junho a julho) a 32 °C (janeiro a março). A umidade relativa média anual é de 73%.

As sementes de *S. terebinthifolius* foram coletadas a partir de matrizes marcadas na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). As cascas das sementes foram retiradas manualmente visando a germinação mais rápida e uniforme. O plantio das sementes foi realizado em unidades experimentais (UE), com bandejas de isopor com quatro células (com volume de 200 ml cada por isopor), sendo que cada tratamento foi repetido três vezes. Em cada célula foram colocadas três sementes. Quando as plântulas apresentavam dois pares de folhas definitivas, foi realizado o desbaste deixando apenas uma plântula por célula.

A irrigação foi realizada duas vezes ao dia, sendo que uma vez por semana foi aplicado 250 ml por UE da solução nutritiva (Tabela 1). A solução possuía todos os nutrientes essenciais à exceção do P.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) com oito tratamentos e três repetições. Os tratamentos consistiram de cinco amostras de ossos de suínos submetidos a pirólise diferenciada, somados de uma testemunha absoluta e outras duas comerciais, ou seja, em que foram adicionados fontes de P comerciais (supertriplo e super simples). A dose aplicada de cada insumo foi equivalente a 350 mg/kg de P: para título de cálculo foi utilizado o P total dos carvões, conforme Tabela 2.

Tabela 1. Sais e concentrações usados na solução nutritiva utilizada no experimento (sem P).

Solução nutritiva			
Solução	Componente	g/L estoque	ml/L solução
1	Nitrato de Cálcio (4 H ₂ O)	270,0	1,2
	Nitrato de Amônio	33,8	
	Cloreto de Potássio	52,8	
2	Sulfato de Potássio	44,0	0,9
	Nitrato de Potássio	24,6	
3	Nitrato de Magnésio (6 H ₂ O)	142,6	0,6
	ConMicros (Fonte de Micronutrientes)	25,0	
4			1,0

Aplicou-se cada fonte de P à areia previamente lavada cerca de 20 vezes com água e posteriormente com solução ácida de HCl 1:100.

Após secagem da areia, os carvões e a areia foram homogeneizados e depositados nos orifícios das bandejas de isopor.

Na casa de vegetação e após semeadura e inoculação com 1 g de mistura de esporos de fungos micorrízicos, as bandejas foram irrigadas, dando início ao experimento. Semanalmente, as bandejas foram trocadas de posição na bancada para eliminar possíveis efeitos do local sobre os tratamentos.

Nessa primeira etapa, foram avaliadas as características de crescimento das mudas: altura total e diâmetro na altura do coleto. O primeiro parâmetro foi avaliado com auxílio de uma régua milimetrada, partindo-se do nível do substrato até a gema apical; ao passo que o segundo está sendo mensurado com um paquímetro digital (precisão de 0,02 mm).

Tabela 2. Teor de P₂O₅(%) solúvel em água, CNA, ácido cítrico e total nos diferentes carvões testados.

	P Solúvel em água ¹	P Solúvel em CNA ²	P Solúvel em Ác. Cítrico ³	P total ⁴
C1	0,30 ± 0,02	1,75 ± 0,04	24,6 ± 0,39	29,5 ± 0,42
C2	0,29 ± 0,01	1,13 ± 0,19	24,2 ± 0,80	30,5 ± 0,08
C3	0,19 ± 0,02	1,39 ± 0,25	21,6 ± 0,08	32,1 ± 0,1
C4	0,20 ± 0,01	1,81 ± 0,88	25,1 ± 0,79	30,5 ± 0,4
C5	0,01 ± 0,01	1,42 ± 0,26	13,7 ± 0,24	19,8 ± 0,2

1. P Solúvel em água: método espectrofotométrico do ácido molibdovanadofosfórico (BRASIL, 2007); 2. P Solúvel em CNA: método espectrofotométrico do ácido molibdovanadofosfórico (BRASIL, 2007); 3. P Solúvel em Ácido Cítrico: método espectrofotométrico do ácido molibdovanadofosfórico, valores confirmados através do método gravimétrico do Quimociac (BRASIL, 2007); 4. P total para fertilizantes orgânicos: método Gravimétrico do Quimociac (BRASIL, 2007).

Quando o experimento completar 180 dias da implantação, serão realizadas amostragens destrutivas da espécie, para quantificação da biomassa seca do sistema radicular e da parte aérea, utilizando-se as mudas de cada bandeja. As mudas serão cortadas na altura do substrato para separar a parte aérea do sistema radicular. O sistema radicular será lavado cuidadosamente para separação das raízes. Em seguida, os materiais (parte aérea e raízes) serão embalados em sacos de papel, devidamente identificados, e levados à estufa a 65 °C para secagem até peso constante. As amostras serão pesadas em balança digital de precisão, logo após a retirada da estufa para evitar a absorção da umidade do ar pelo material seco.

Pretende-se realizar a estimativa da taxa de colonização micorrízica das raízes. Serão obtidas raízes finas (< 1,0 mm de diâmetro) para avaliação da colonização micorrízica. Para tal análise, amostras de 0,5 g de raízes finas das mudas serão separadas (também no momento da lavagem), onde as mesmas serão, posteriormente, lavadas com água destilada e conservadas em frascos de vidro contendo etanol 50%. O clareamento e coloração das raízes serão feitos de acordo com a metodologia propostas por Koske e Gemma (1989) e, em seguida, avaliadas por microscopia ótica. Paralelamente, será avaliada a porcentagem do comprimento de raízes finas colonizadas por fungos micorrízicos, de acordo com o método da placa quadriculada proposto por Giovannetti e Mosse (1980).

Visto se tratar de dados longitudinais (as observações no tempo não são independentes), optou-se pela abordagem multivariada de medidas repetidas (MANOVA). Testou-se, ainda, a homocedasticidade e normalidade dos resíduos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos até o presente momento acompanharam àqueles prévios com a germinação de sementes de alface e pepino. Ou seja, a presença do biochar, independente do processo de pirólise, afetou a germinação de forma positiva, com plântulas apresentando tamanho superior à testemunha absoluta e fontes comerciais já na primeira semana (Figura 1).

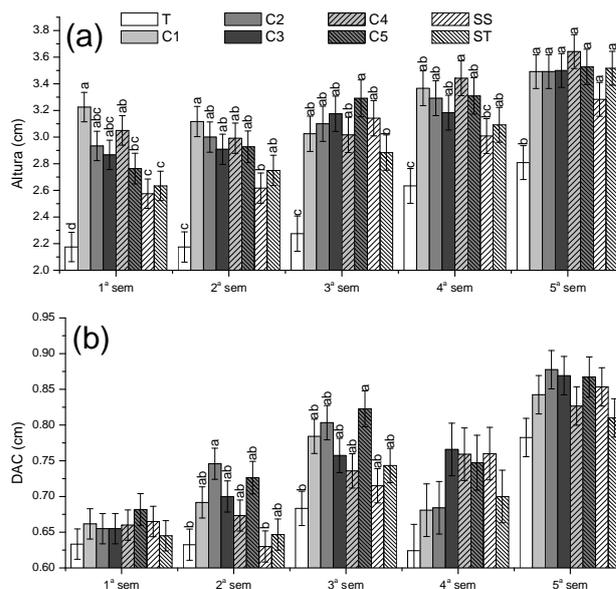


Figura 1. Altura (a) e diâmetro à altura do colo (b) de plantas de *Schinus terebinthifolius* crescidas em substrato contendo areia e carvão como fonte de P (12 repetições). T = sem tratamento; C1 = carvão 1; C2 = carvão 2; C3 = carvão 3; C4 = carvão 4; C5 = carvão 5; SS = Super Fosfato Simples e ST = Super Fosfato Triplo. Colunas seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente ao nível de 5% pelo teste de Tukey dentro da mesma época de avaliação.

A ausência de fontes de P comprometeu em até 20% o desenvolvimento das plantas aos 15 dias, evidenciando a limitação da areia na oferta do elemento e o potencial do biochar de ossos de suínos como fonte de P das plantas, visto que as plantas não diferiram em termos de desenvolvimento dos tratamentos que receberam fertilizantes minerais.

Embora os resultados sejam preliminares e os tratamentos fontes de P não terem diferido estatisticamente ($p > 0,05$) para altura e diâmetro à altura do colo (DAC), nota-se ligeira superioridade, em altura das plantas de *S. terebinthifolius* submetidas ao C4, comparativamente aos fertilizantes supersimples e supertriplo. Para a variável DAC, os carvões apresentaram resultados mais discrepantes.

Vale comentar que as plantas encontram-se com seu desenvolvimento lento em função da estação do ano em que o ensaio foi montado (inverno). Desta forma, é necessário mais tempo de experimentação para que conclusões mais precisas sobre o potencial de uso desses resíduos como fontes de P sejam confirmadas.

CONCLUSÕES

Os diferentes carvões produzidos a partir de ossos de suínos, em estudo preliminar, estimularam o crescimento de plantas de *S. terebinthifolius* nos primeiros 15 dias de desenvolvimento, em níveis similares a fontes minerais de P, mas o potencial de uso como fertilizante só poderá ser confirmado com a análise dos tecidos vegetais ao final do experimento.

AGRADECIMENTOS

À Embrapa pelo suporte financeiro (Projeto 02.12.01.022.00.00 - Produção, caracterização e utilização de biocarvão como condicionador de solo em sistemas florestais e de produção de mudas) e ao CNPq pela bolsa PIBIC de ALCGA e Produtividade de EHN.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, M. L. F. de; BOARETTO, A. E. Deficiência nutricional em plantas jovens de aroeira-pimenta. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 49, n. 95, p. 383-392, set. 2012.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa SDA n. 28, de 17 de julho de 2007. Métodos analíticos oficiais para fertilizantes minerais, orgânicos, organo-minerais e corretivos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 31 jul. 2007.
- GIOVANNETTI, M.; MOSSE, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. **New Phytologist**, v. 84, n. 3, p. 489-500, Mar. 1980.
- GLASER, B.; LEHMANN, J.; ZECH, W. Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal: a review. **Biology and Fertility of Soils**, v. 35, n. 4, p. 219-230, Jun. 2002.
- KOSKE, R. E.; GEMMA, J. N. A modified procedure for staining roots to detect V-A mycorrhizas. **Mycological Research**, v. 92, n. 4, p. 486-488, Jun. 1989.
- LEHMANN, J.; GAUNT, J.; RONDON, M. Bio-char sequestration in terrestrial ecosystems: a review. **Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change**, v. 11, n. 2, p. 395-419, Mar. 2006.
- LEHMANN, J.; RONDON, M. Bio-char soil management on highly weathered soils in the humid tropics. In: UPHOFF, N. (Ed.) **Biological approaches to sustainable soil systems**. Boca Raton: CRC Press, 2006. p. 517-530.
- LEHMANN, J.; SILVA JUNIOR, J. P. da; STEINER, C.; NEHLS, T.; ZECH, W.; GLASER, B. Nutrient availability and leaching in an archaeological Anthrosol and a Ferralsol of the Central Amazon basin: fertilizer, manure and charcoal amendments. **Plant and Soil**, v. 249, n. 2, p. 343-357, Feb. 2003.
- LORENZI, H. 1998. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. v.1. São Paulo, Ed. Plantarum.
- NOVOTNY, E. H.; AUCCAISE, R.; VELLOSO, M. H. R.; CORRÊA, J. C.; HIGARASHI, M. M.; ABREU, V. M. N.; ROCHA, J. D.; KWAPINSKI, W. Characterization of phosphate structures in biochar from swine bones. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 47, n. 5, p. 672-676, maio 2012.
- RESENDE, A. V. de; FURTINI NETO, A. E.; MUNIZ, J. A.; CURI, N.; FAQUIN, V. Crescimento inicial de espécies florestais de diferentes grupos sucessionais em resposta a doses de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 34, n. 11, p. 2071-2081, nov. 1999.
- RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. (Org.). **Pacto pela restauração da mata atlântica**: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. São Paulo: LERF/ESALQ: Instituto BioAtlântica, 2009. 256 p.
- SOUZA, P.A.; VENTURINI, N.; MACEDO, R.L.G.; ALVARENGA, M.I.N. & DA SILVA, V.F. 2001. Estabelecimento de espécies arbóreas em recuperação de área degradada pela extração de areia. **Cerne** 7: 43-52
- WANG, T.; CAMPS-ARBESTAIN, M.; HEDLEY, M. The fate of phosphorus of ash-rich biochars in a soil-plant system. **Plant and Soil**, v. 375, n. 1, p. 61-74, Feb. 2014.