

## Eficiência agrônômica de fertilizantes fosfatado alternativamente acidulado com uso de efluente ácido da indústria metalúrgica <sup>(1)</sup>.

**Henrique C. Silvestre <sup>(2)</sup>, Matheus Barreto Sampaio <sup>(2)</sup>, Itamar D. P. de Resende Filho <sup>(3)</sup>; Edson Marcio Mattiello <sup>(4)</sup>**

<sup>(1)</sup> Projeto de parceria SIF-LSM Brasil-DPS/UFV <sup>(1)</sup>

<sup>(2)</sup> Bolsista de iniciação científica, Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa, [henrique.silvestre@ufv.br](mailto:henrique.silvestre@ufv.br)

<sup>(3)</sup> Mestrando em Solos e Nutrição de Plantas, Departamento de Solos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG;

<sup>(4)</sup> Professor Adjunto do Departamento de Solos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

**RESUMO:** Um fertilizante fosfatado alternativamente acidulado com efluente ácido da indústria metalúrgica foi avaliado em ensaio de campo com eucalipto. Estes fertilizantes podem ser produzidos a partir de subprodutos industriais como alternativa de reciclagem de nutrientes. A mistura de 100 L de efluente ácido da indústria metalúrgica com 100 kg de fosfato natural (FN) de Araxá e 100 L de água geraram um fertilizante fosfatado alternativo. Os tratamentos, arranjos numa matriz baconiana, com 4 fatores (fontes de P) e diferentes níveis (doses de P), sendo eles: FN Araxá *in natura* (0; 157; 203 e 314 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), FFAA (0; 78; 157; 203 e 314 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>); FN de Bayovar (0; 157 e 203 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e Superfosfato triplo-SFT (0; 157; 203 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), foram distribuídos em blocos casualizados, com três repetições. Os fertilizantes foram aplicados no sulco de subsolagem. Foram realizadas duas avaliações, aos 6 e 12 meses. Na primeira avaliação, aos 6 meses de idade, todas as fontes apresentaram menor eficiência agrônômica que o ST. O fosfato alternativo, na dose recomendada de referência (157 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) é um fertilizante com EAR superior ao ST quando para o Eucalipto aos 12 meses. O aumento da dose de referência em 50 % (203 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) supriu e compensou a solubilidade limitada dos fertilizantes fosfatados avaliados.

**Termos de indexação:** eucalipto; fosfatagem; solubilidade.

### INTRODUÇÃO

No Brasil, os plantios de eucalipto ocupam aproximadamente 4,3 bilhões de hectares, constituindo a essência florestal mais plantada no país, que em 2008 cresceu 7,3% em relação ao ano anterior (ABRAF, 2009). Em todo o país, os povoamentos florestais geralmente são implantados em solos de baixa fertilidade, seja exaurida pela continuada exploração agrícola ou por ocuparem áreas marginais das propriedades, consideradas impróprias para o cultivo das culturas agrônômicas (Stape & Zani, 1990), demandando uso intenso de fertilizantes e corretivos.

Os fertilizantes fosfatados alternativamente acidulados (FFAA) podem ser produzidos de forma similar ao processo tradicional de produção do superfosfato simples, com uso de efluentes ácidos oriundos da indústria metalúrgica em substituição ao H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Esses efluentes ácidos, normalmente soluções de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/HCl/HF, são resíduos da lixiviação ácida dos diversos minérios para extração de metais de interesse. Após seu uso, normalmente é feita a neutralização com uma base alcalina terrosa (Ca(OH)<sub>2</sub>). Apesar de eficiente, esse tratamento gera grande quantidade de resíduo sólido (lama), que requer disposição em aterros apropriados, com custo muito elevado. O líquido restante passa por tanques de redução de demanda química de oxigênio (DQO) e depois é descartado, normalmente em afluentes.

O aproveitamento desses efluentes ácidos para a solubilização de apatitas brasileiras poderá ser alternativa economicamente viável, seja pela redução dos custos com neutralização e armazenamento do resíduo, bem como a obtenção de um fertilizante fosfatado solúvel com menor custo de produção. Neste trabalho objetivou-se avaliar a eficiência agrônômica do fosfato natural de Araxá acidulado com efluente ácido em cultivo de eucalipto.

### MATERIAL E MÉTODOS

Para avaliação da eficiência agrônômica do FFAA oriundo da reação entre fosfato natural de Araxá com efluente ácido da empresa LSM Brasil S.A foi instalado experimento em campo com *Eucalyptus urophylla* (clone I 144). Foram utilizadas as fontes de P (FFAA, FN Araxá *in natura*, FN reativo Bayovar *in natura* (FNR Bayovar) e superfosfato triplo (ST)), em um Argissolo distrófico no município de Divinésia MG.

No processo de produção do FFAA foram realizadas três baterias de 100 kg de FN Araxá com 100 L de efluente e 100 L de água deionizada, logo equivalente a uma solução de agitação com a concentração de 50% de efluente. Amostras das quatro fontes de P foram coletadas e caracterizadas

em  $P_2O_5$  total ( $P_2O_5$  total) e solúveis em água ( $P_2O_5 \cdot H_2O$ ), citrato neutro de amônio mais água ( $P_2O_5 \cdot CNA + H_2O$ ) e ácido cítrico 2 % ( $P_2O_5 \cdot ACítrico$ ) (MAPA, 2007).

Os tratamentos, arranjados numa matriz baconiana, com 4 fatores (fontes de P) e diferentes níveis (doses de P), sendo eles: FN Araxá *in natura* (0; 157; 203 e 314 kg/ha de  $P_2O_5$ ), FFAA (0; 78; 157; 203 e 314 kg/ha de  $P_2O_5$ ); FNR de Bayovar (0; 157 e 314 kg/ha de  $P_2O_5$ ) e SFT (0; 157; 203 kg/ha de  $P_2O_5$ ), foram distribuídos em blocos casualizados, com três repetições. Os fertilizantes foram aplicados no sulco de subsolagem, sendo a dose de P (em  $P_2O_5$  total) e demais nutrientes serão fornecidos, de acordo com o balanço nutricional recomendado pelo software NUTREECALC ® para uma produtividade de 60  $m^3/há/ano$ .

A parcela experimental foi constituída por 49 plantas, sendo a parcela útil de 25 plantas. O eucalipto foi plantado no espaçamento 2,9 x 1,9 m. Na ocasião do plantio foi feita uma adubação com 150 g de NPK 6-30-6 em covetas laterais e 60 dias após o plantio adubação com 150 g de NPK 15-00-15 em cobertura. A calagem foi feita 6 meses depois do plantio em faixas de 2 m com 2.000 kg/ha de calcário dolomítico PNRT 95 %. Após um ano do plantio foi feita uma adubação de cobertura com 150 g de NPK 10-00-30. Aos 6 e 12 meses após o plantio foram medidos a altura e o diâmetro do tronco das árvores a 10 cm acima do solo. Sendo a eficiência agrônômica foi calculada com os dados de volume de madeira na coleta aos 6 e aos 12 meses, sendo relativo ao ST conforme a equação:

A Eficiência Agrônômica Relativa (EAR) foi obtida pela fórmula

$$EAR (\%) = \frac{100 (P_n - P_0)}{(PST - P_0)}$$

sendo:

$P_n$  = volume/altura obtida com a fonte na dose n;

$P_0$  = volume/altura do controle sem P;

PST = volume/altura obtida com superfosfato triplo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na primeira avaliação, aos 6 meses de idade, todas as fontes apresentaram eficiência agrônômica abaixo do padrão ST (Figura 1). Na dose de referência, 157 kg/ha de  $P_2O_5$ , o P natural apresentou EAR de 25 %, o P natural Bayovar 65 % e o P natural acidificado 82 %. Isso se deve a maior proporção de P solúvel em água presente no ST quando comparada aos demais fertilizantes (Quadro 1). Sendo o P solúvel em água a fração mais

prontamente disponível para as plantas (Alcarde, 2009), correlacionando-se com o melhor desempenho dessa fonte a curto prazo (Chien & Menon, 1995b). A interação entre fosfato x dose pode não ter ocorrido pelo pouco tempo para reação de solubilização. O tempo de contato desses fosfatos com o solo poderia aumentar a disponibilidade de fósforo às plantas.

Aos 12 meses de idade, a aplicação do FFAA, na dose de 157 kg/ha  $P_2O_5$ , propiciou eficiência relativa de 116 % no volume de madeira, superior, portanto ao ST (Figura 1). O P natural apresentou EAR de 31 %, o P natural Bayovar 80 %, evidenciando o aumento da eficiência relativa das fontes naturais de P com o tempo. A superioridade do FFAA em relação ao ST pode ser devida a liberação mais gradual de P de produto, evitando adsorção excessiva no solo. O suprimento contínuo de P leva a maior aproveitamento do nutriente, com aumento da eficiência. Em solos tropicais intemperizados, o dreno P é forte e grande parte do P em solução que não é utilizado pelas plantas acaba por formar compostos insolúveis com os argilominerais, indisponibilizando para as plantas (Novais & Smyth, 1999).

O aumento da dose de P (203 kg/ha de  $P_2O_5$ ), independente da fonte, propiciou maior crescimento do eucalipto, em comparação a dose de referência para o ST (157 kg/ha de  $P_2O_5$ ). Assim, a EAR foi maior para as fontes naturais e alternativamente acidulada quando a dose foi elevada em 50 % em relação ao ST (Figura 1). Nesta condição, o fosfato natural reativo de Bayovar apresentou eficiência relativa de 156 %, o P natural acidulado 117 % e o P natural de Araxá 104 %.

## CONCLUSÕES

O uso do efluente propicia aumento expressivo da eficiência do P natural para o eucalipto.

Ao longo do tempo a fonte natural tem sua eficiência aumentada.

## AGRADECIMENTOS

A empresa LSM Brasil, a Capes e a Fapemig pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS

ABRAF. Disponível em: <  
<http://www.abraflor.org.br/estatisticas/ABRAF09-BR.asp>  
>. acesso em 5 de jun. 2013.

ALCARDE, J.C. Manual de Análise de Fertilizante. Piracicaba, FEALQ, 2009. 259p.



BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa n. 28, de 27 de Julho de 2007. Diário Oficial da União, Brasília, p. 11, 27 Ago. 2007b.

CHIEN, S.H. & MENON, R.G. Factors affecting the agronomic effectiveness of phosphate rock for direct application. *Fertilizer Research*, 41:227-234, 1995b.

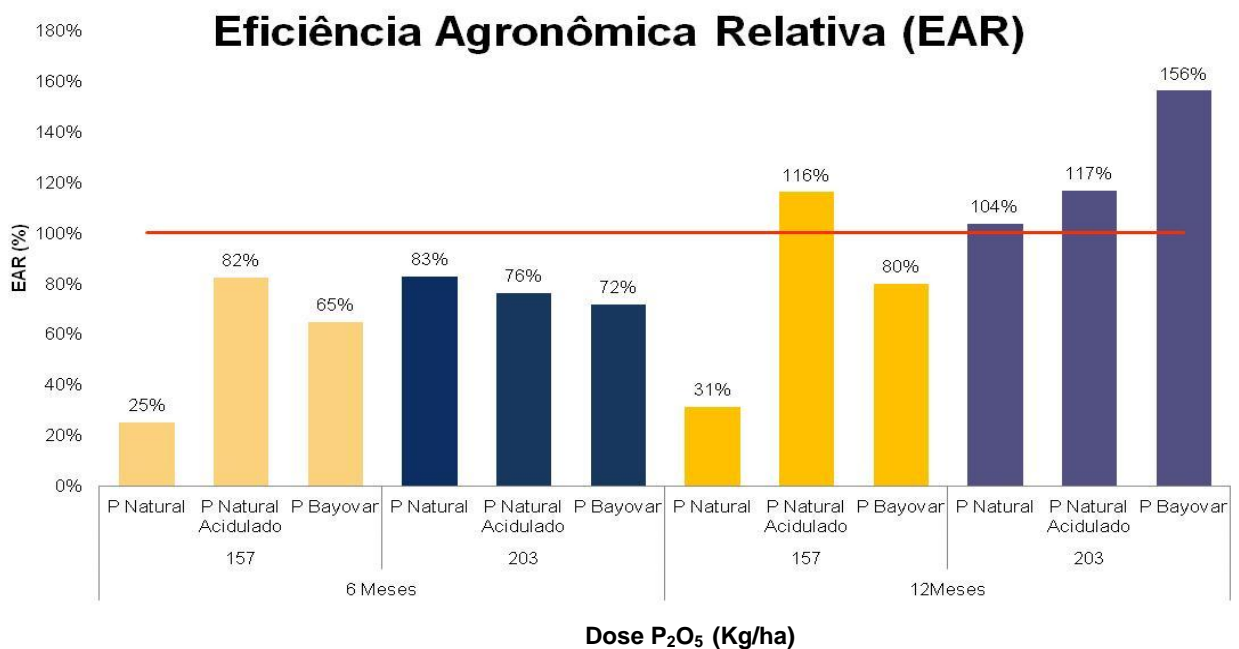
NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J. Fósforo em solo e planta em condições tropicais. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1999. 399p.

PROCHNOW, L. I.; CHIEN, S.H.; TAYLOR R. W.; CARMONA G.; HENAO J. & DILLARD E. F. Characterization and Agronomic Evaluation of Single Superphosphates Varying in Iron Phosphate Impurities. *Agronomy Journal*, 95: 293-302, 2003.

STAPE, J.L. & ZANI, J. Aumento da produtividade de *Eucalyptus grandis* em Areias Quartzosas, através da fertilização de manutenção. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, Campos do Jordão, 1990. Anais. Campos do Jordão, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1990. p. 386-390.

**Quadro 1** - Caracterização das fontes de P utilizadas no ensaio.

Fosfatos naturais	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> solúvel		
		Água	Ácido cítrico	CNA + H <sub>2</sub> O
Araxá <i>in natura</i>	30,7	0,03	15,47	2,8
Bayovar <i>in natura</i>	29,81	0,01	52,53	19,92
SFT	44,02	92,0	18,89	99,87
FFAA	20,99	9,64	28,54	36,06



**Figura 1** – Eficiência agronômica relativa das fontes de P para cultura do eucalipto aos 6 e 12 meses.