



DINÂMICA DO FÓSFORO NO ECOSISTEMA FLORESTAL

Hamilton Luiz Munari Vogel¹; Mauro Valdir Schumacher²

RESUMO

No Brasil, os povoamentos florestais, têm sido implantados em solos onde normalmente o fósforo é um dos nutrientes mais limitante do crescimento vegetal. Assim, estudos referentes a dinâmica do fósforo no solo sob florestas, são de grande importância para a atividade florestal. O manejo nutricional de um povoamento florestal requer estudos dos vários fluxos de nutrientes no ecossistema. A presente revisão bibliográfica tem como objetivo de analisar a dinâmica do fósforo no ecossistema florestal, onde foram relatados e analisados artigos de vários autores. Em solos com teores baixos de P, é necessário usar adubos fosfatados, para obter-se ganhos de produtividade.

Palavras-chaves: fósforo, ecossistema, floresta, sustentabilidade.

¹ Mestrando em Engenharia Florestal – UFSM. E-Mail: hvogel@zaz.com.br

² Prof. Dr nat. techn. do Departamento de Ciências Florestais, UFSM. E-Mail: schuma@ccr.ufsm.br.



PHOSPHORUS DYNAMICS ON FOREST ENVIRONMENT

ABSTRACT

In Brazil, the forests settlements, have been implanted in soils where conventionally the Phosphorus is one of the most restriction on vegetal growth. Thus, studies referring the Phosphorus dynamic on soils under forests, are of great importance to the forest activities. The nutritional management of a forest settlement demands studies of many streams of nutrients on the environment. A bibliography review was done, with the objective of analyzing the Phosphorus dynamic on forest environment, where were related and analyzed articles from several authors. In soils with low concentrations of P, it's necessary the use of phosphated manures, to get an increase in the production.

Key-words: phosphorus, environment, forest, sustentability.

1. INTRODUÇÃO

Os povoamentos florestais, no Brasil, têm sido implantados em solos onde normalmente o fósforo é um dos nutrientes mais limitante do crescimento vegetal. Muitas vezes a produção de mudas é feita utilizando-se subsolo como substrato, cuja fertilidade natural é extremamente baixa. Assim,



estudos referentes a dinâmica do fósforo no solo sob florestas, são de grande importância para a atividade florestal.

De acordo com GONÇALVES et al., 2000, os solos das regiões Tropicais e Subtropicais, possuem reservas de nutrientes na forma de minerais primários pequenas, com baixa capacidade de troca de cátions, alta capacidade de fixação de P, elevado grau de agregação, e conseqüentemente, a permeabilidade e o potencial de lixiviação de bases dos solos são muito elevados.

Segundo MALVOLTA (1985), o fósforo possui um papel fundamental na vida das plantas, por participar dos chamados compostos ricos de energia, como o trifosfato de adenosina (ATP), sendo absorvido pelas raízes como H_2PO_4^- , encontrando-se no xilema em maior proporção nessa forma.

Conforme GONÇALVES (1995), a necessidade de adubação decorre do fato de que nem sempre o solo é capaz de fornecer todos os nutrientes que as plantas precisam para um adequado crescimento.

Efetou-se uma revisão bibliográfica, com o objetivo de analisar a dinâmica do fósforo no ecossistema florestal, onde foram relatados e analisados artigos de vários autores, desenvolvendo-se conclusões e considerações, no final deste trabalho.

2. O FÓSFORO NO SOLO SOB FLORESTA

À medida que uma raiz cresce num solo ela absorve os nutrientes que inicialmente se encontram no trajeto de seu crescimento. Com o tempo, há um decréscimo da concentração dos nutrientes junto à superfície das raízes, à medida que eles



são absorvidos, criando-se um gradiente de concentração entre a região mais próxima e aquela mais distante da raiz. O transporte do novo suprimento de nutrientes até a superfície de absorção é feito pela água, que é considerada o veículo do processo (NOVAIS et al., 1990).

De acordo com MELLO et al. (1983), o conteúdo de P total nos solos minerais é variável. Expresso em P_2O_5 , raramente excede a 0,5%, variando, geralmente, entre 0,12 e 0,15%. O P disponível se origina da solubilização de minerais fosfatados, da mineralização da matéria orgânica e da adição de fertilizantes.

Para MALAVOLTA (1989), as plantas não conseguem aproveitar mais que 10% do fósforo total aplicado, pois nos solos tropicais ácidos, ricos em ferro e alumínio, ocorre a adsorção deste elemento. O fósforo na planta estimula o crescimento das raízes, garantindo uma arrancada vigorosa.

Conforme NOVAIS & SMITH (1999), retira-se do solo dreno tropical muito mais P, dada a maior produtividade de biomassa por unidade de tempo, em termos relativos ao disponível, que do solo fonte-P de clima temperado.

Conforme MELO et al. (1995), com o objetivo de estudar a dinâmica dos nutrientes no sistema solo-planta, em plantios de *Eucalyptus grandis*, no Rio Grande do Sul, verificaram que os teores de P foram baixos em todos os perfis de solo estudados, sendo este o nutriente mais limitante para a produção atual e futura.

Conforme BARROS et al. (1990), sob o ponto de vista conceitual do suprimento de fósforo para a planta, três frações de fosfato têm sido consideradas: a) fosfato na solução do solo; b) fosfato da fração lábil (fosfato retido no solo mas em equilíbrio com o da solução) e c) fosfato da fração não-lábil



(fosfato retido no solo mas sem equilíbrio, a curto prazo, com o da solução).

Conforme RAIJ (1991), à baixa solubilidade dos compostos de fósforo formados no solo e à forte tendência de adsorção pelo solo, a maior parte do elemento passa a fase sólida, onde fica em parte como fosfato lábil, passando gradativamente a fosfato não-lábil. O fosfato lábil pode redissolver-se, caso haja abaixamento do teor em solução, para manutenção do equilíbrio.

3. EFEITOS DA LOCALIZAÇÃO DE APLICAÇÃO DO FÓSFORO NO SOLO

Devido a baixa mobilidade do fósforo no solo, o estudo do efeito de sua localização em relação à planta tem grande significado prático, principalmente em solos de extrema deficiência em fósforo, como é o caso daqueles utilizados em reflorestamento de eucaliptos, no país. Assim a aplicação desse nutriente localizadamente fará com que partes do sistema radicular possam estar em contato com áreas de alta concentração desse nutriente, enquanto que outras estarão em área de muito baixa concentração (NOVAIS et al., 1990).

Segundo MOREIRA et al. (1991), estudando o efeito do tempo de contato do fósforo com amostras de três solos sob cerrado (Latossolos Vermelho-Amarelos) sobre sua disponibilidade para mudas de *Eucalyptus grandis*, concluíram que a disponibilidade de P para o crescimento das mudas diminuiu com o aumento do tempo de contato do fertilizante fosfatado com o solo, particularmente naqueles cujas características indicam maior capacidade tampão de fosfatos.



Um estudo desenvolvido por Neves et al. apud NOVAIS et al. (1990), sobre a localização da fonte de fósforo no solo no comportamento das raízes e crescimento da parte aérea de mudas de *Eucalyptus grandis*, observaram uma íntima relação entre o local de aplicação do fósforo e o crescimento das raízes, havendo uma intensa proliferação de raízes finas e longas nos locais onde havia fósforo externo em maiores concentrações.

Assim, os mesmos autores levantam as seguintes indagações: um solo com fósforo disponível praticamente ausente, como no cerrado, pode permitir crescimento ótimo da planta com o fertilizante fosfatado localizado apenas no sulco de plantio? Como ficaria a absorção de fósforo com o crescimento do sistema radicular fora do sulco ou da cova de plantio? Se houver estímulo ao crescimento radicular de maneira mais restrita ao local onde o fósforo for aplicado, como parece acontecer, como ficaria a absorção de água, estabilidade da árvore ao vento, etc.?

Diante destas dificuldades, BARROS et al. (1990), ressaltam que uma estratégia segura a ser adotada em solos de baixa fertilidade, seria a aplicação dos nutrientes menos móveis, particularmente o fósforo, em um volume maior de solo, para garantir um maior suprimento às plantas por um período mais longo.

4. ASPECTOS DA ADUBAÇÃO FOSFATADA EM POVOAMENTOS FLORESTAIS

De acordo com NEVES et al. (1990), para que se faça uma adequada interpretação de uma dada análise química de



solo é importante, em termos de fósforo, considerar outros aspectos como a textura, o extrator usado, o fato de que o nível crítico deste nutriente no solo diminui com a idade das plantas de eucalipto, etc.

GONÇALVES (1995), recomenda que 20 a 40% das doses de N e K_2O e, 100% da dose de P_2O_5 , sejam aplicadas por ocasião do plantio, para espécies de *Pinus sp.* Alternativamente, para evitar que o P seja imobilizado no solo, em maiores quantidades, principalmente nos solos mais argilosos, é interessante parcelar, também, as aplicações de P_2O_5 . Já para a adubação de cobertura, este mesmo autor recomenda que, cerca de 60 a 80% das doses de N e K_2O e opcionalmente, P_2O_5 , devem ser aplicadas.

De acordo com MALAVOLTA (1980), a disponibilidade máxima de fósforo acontece quando o pH está ao redor de 6,5; valores mais baixos favorecem a formação de fosfatos de Fe e de Al de baixa disponibilidade. A elevação do pH, por sua vez, conduz à precipitação do P (solução) como fosfatos de cálcio de menor disponibilidade.

Conforme DANIEL et al. (1997), em estudo com mudas de *Acacia mangium* Willd aos 80 dias, concluíram que a utilização de 400 g m^{-3} de P_2O_5 de substrato na forma de superfosfato triplo foi suficiente para produção de mudas de boa qualidade.

Segundo FERNÁNDEZ et al. (2000), a aplicação de doses crescentes de N-P-K na implantação de *Pinus taeda* em solos rojos no norte de Corrientes, aos 34 meses de idade, detectaram diferenças altamente significativas no DAP, altura total e volume, com relação as doses de nitrogênio e fósforo, não havendo resposta ao potássio.



De acordo com SCHULTZ (1997), no Sudeste dos Estados Unidos, na Planície Litorânea, em florestas de *Pinus taeda*, o P é geralmente o nutriente mais limitante e facilmente lixiviado para fora do sítio. Uma simples aplicação de 40 a 80 Kg de P ha⁻¹ é geralmente adequada entre as rotações.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Em solos com teores baixos de P, é necessário usar adubos fosfatados, para obter-se ganhos de produtividade.
- As características e quantidades de adubos fosfatados aplicados no solo, dependerão das necessidades da espécie, características do solo, disponibilidade no solo, forma de reação com o solo, eficiência dos adubos e, de fatores de ordem econômica.
- Para suprir o P ao longo do tempo, deve-se aplicar uma fonte de menor solubilidade em toda a área ou faixa, e uma fonte solúvel localizada junto à planta, onde as raízes possam alcançá-lo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F. & NEVES, J.C.L. Fertilização e correção do solo para plantio de eucalipto. In: BARROS, N.F. & NOVAIS, R.F. (eds.). **Relação solo-eucalipto**. Viçosa: Editora Folha de Viçosa, 1990. 330 p.



DANIEL, O., VITORINO, A. C. T., ALOVISI, A. A., et al. Aplicação de fósforo em mudas de *Acacia mangium* Willd. **Revista Árvore**, v. 21, n. 2, p.163-168, 1997.

FERNÁNDEZ, R.; RODRÍGUEZ ASPILLAGA, F.; LUPI, A.; LOPEZ, E.; PEZZUTTI, R.; CRECHI, E.; PAHR, N.; NATIUCK, M. & CORTEZ, P. Respuesta del *Pinus taeda* y la *Araucaria angustifolia* a la adición de N, P y K en la implantación. **SILVOARGENTINA I**, Governador Virasoro, Corrientes, Argentina, 2000. CD-Rom.

GONÇALVES, J. L. M. Recomendações de adubação para *Eucalyptus*, *Pinus* e espécies típicas da Mata Atlântica. **Documentos Florestais**, Piracicaba: ESALQ/USP, v.15, p.1-23, 1995.

GONÇALVES, J.L.M.; STAPE, J.L. BENEDETTI, V.A.G.; FESSEL, V.A.G. & GAVA, J.L. Reflexos do cultivo mínimo e intensivo do solo em sua fertilidade e na nutrição das árvores. In: GONÇALVES, J.L. & BENEDETTI, V. (eds.). **Nutrição e Fertilização Florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. P. 3-57.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1980. 251 p.

_____. Nutrição mineral. In: FERRI, M.G. (ed.). **Fisiologia Vegetal 1**. São Paulo: EPU, P.97-116. 1985.

_____. **ABC da adubação**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1989. 292 p.



MELLO, F. A. F.; SOBRINHO, M. O. C. B.; ARZOLLA, S.; SILVEIRA, R. I.; NETTO, A. C.; KIEHL, J. C. **Fertilidade do solo**. São Paulo: Nobel, 1983. 400p.

MELO, V.F.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; FONTES, M.P.F. & COSTA, L.M. Balanço nutricional, eficiência de utilização e avaliação da fertilidade do solo em P, K, Ca e Mg em plantios de eucalipto no Rio Grande do Sul. **IPEF**, Piracicaba (48/49): 8-127, 1995.

MOREIRA, J.F.; BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F.; NEVES, J.C.L. & LEAL, P.G.L. Efeito do tempo de contato do fósforo com o solo sobre sua disponibilidade para mudas de eucalipto. **R. Bras. Ci. Solo**, Campinas,15: p. 303-308, 1991.

NEVES, J.C.L.; GOMES, J.M. & NOVAIS, R.F. Fertilização mineral de mudas de eucalipto. In: BARROS, N.F. & NOVAIS, R.F. (eds.). **Relação solo-eucalipto**. Viçosa: Editora Folha de Viçosa, 1990. 330 p.

NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F. & NEVES, J.C.L. Nutrição Mineral o eucalipto. In: BARROS, N.F. & NOVAIS, R.F. (eds.). **Relação solo-eucalipto**. Viçosa: Editora Folha de Viçosa, 1990. 330 p.

NOVAIS, R.F. & SMYTH, T.J. Fósforo na planta. In: NOVAIS, R.F. & SMYTH, T.J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa: UFV, DPS, 1999. p.255-270

NETO, A.E.F.; BARROS, N.F.; GODOY, M.F. & NOVAIS, R.F. Eficiência nutricional de mudas de *Eucalyptus* em relação



a fósforo. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.20, nº1, p. 17-28, 1996.

RAIJ, B.V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba, São Paulo: Ceres, 1991. 343 p.

SCHULTZ, R. P. **The ecology and culture of Loblolly Pine (*Pinus taeda* L.)**. New Orleans, Louisiana: Agricultural Handbook 713. U. S. department of Agriculture, Forest Service Washington, D. C., p. 20-28, 1997.