

Cidileia Adami¹ & Selma A Hebling²

Efeitos de diferentes fontes de fósforo no crescimento inicial de *Schizolobium parahyba* (Vell.) S. F. Blake³

Effects of different sources of phosphorous on the initial growth of *Schizolobium parahyba* (Vell.) S. F. Blake

Resumo Esse estudo avaliou o crescimento inicial de plantas de *Schizolobium parahyba* (Leguminosae – Caesalpinoideae), conhecidas popularmente por guapuruvu, submetidas a diferentes fontes de fósforo provenientes de adubos químicos e naturais e analisou a relação custo-benefício das diferentes fontes utilizadas. Tal estudo foi desenvolvido em Santa Teresa, ES, em viveiros, entre os meses de Dezembro de 2002 e Abril de 2003. As fontes de fósforo utilizadas foram: Superfosfato Simples (SFS), Superfosfato Triplo (SFT), Fosfato Natural Reativo Arad (SNA) e Termofosfato (TEF). Para a análise do crescimento foram mensurados mensalmente a altura da parte aérea, o diâmetro do coleto e o número de folhas, além disso, no início e no final do experimento, foram efetuadas medidas de massa da matéria seca das partes aérea e subterrânea. As primeiras mensurações foram realizadas quando as plantas tinham seis meses e se repetiram durante quatro meses. Os resultados obtidos indicaram que as quatro fontes utilizadas proporcionaram um desenvolvimento semelhante nas plantas de guapuruvu e portanto, a fonte de fósforo recomendada é a que foi utilizada em menor quantidade.

Palavras-chave Guapuruvu, Leguminosae, adubos fosfatados, desenvolvimento.

Abstract Initial growth of *Schizolobium parahyba* (Leguminosae – Caesalpinoideae) under different sources of phosphorus taken from both chemical and natural

fertilizers, as well as the cost-advantage relation of the used sources were analyzed. The experiments were carried out in greenhouse, in Santa Teresa, ES, Brazil, from December, 2002 to April, 2003. The phosphorus sources were: Simple Superphosphate (SFS), Triple Superphosphate (SFT), Natural Reactive Arad Phosphate (SNA) and Thermophosphate (TEF). Monthly evaluations were made of plants growth based on shoot height, base stem diameter and number of leaves. The earliest evaluations were made when the plants were six month old and were repeated in the following four months, add to that, at the beginning and at the end of the experiments, were evaluated the shoot and roots dry weight. The attained results indicated a similar development of the plants in the four sources of phosphorus used, thus, the phosphorus source recommended is the SFT because it was used in the smallest quantity.

Keywords Guapuruvu, Leguminosae, phosphated fertilisers, development.

Introdução

As plantas necessitam em sua nutrição de uma grande variedade de elementos químicos, os quais são provenientes dos minerais ou do processo de mineralização das substâncias orgânicas. Aproximadamente 98% dos bioelementos no solo estão na forma de serrapilheira, húmus, ligados ao material inorgânico de difícil solubilização ou ainda incorporados aos minerais. Essa grande porção atua como uma reserva, a qual, por meio de decomposição e mineralização, coloca lentamente os nutrientes em disponibilidade para o vegetal. Os 2% restantes estão adsorvidos nos colóides do solo (Larcher, 2000).

O fósforo está presente em baixas concentrações no solo nas formas aniônicas da dissociação do ácido fosfórico (H_3PO_4), principalmente como $H_2PO_4^-$ (fosfato) e HPO_4^{2-} (fosfito) na faixa de variação do pH dos solos agrícolas

¹ISESI - Serviço Social da Indústria. Escola Cat Raul Giuberti. Rodovia do Café, s/n, Santa Terezinha, Colatina, ES. Cep 29705-200. E-mail:ciadami@yahoo.com.br.

²Escola Superior São Francisco de Assis (ESFA). Rua Bernardino Monteiro, 700, Bairro Dois Pinheiros, CEP 29650-000, Santa Teresa, ES, Brasil.e-mail: shebling@esfa.edu.br

³Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Ciências Biológicas da Escola Superior São Francisco de Assis - ESFA.

Embora alguns nutrientes, como os nitratos, se movimentem com relativa facilidade em solos úmidos, tornando pouco importante a proximidade das superfícies radiculares de absorção à fonte do recurso, para nutrientes com baixas taxas de difusão no solo, como os fosfatos, a proximidade entre a superfície absorviva da raiz e a fonte do recurso é muito importante. Neste último caso o sistema radicular precisa explorar o solo em busca do recurso imóvel, e fazer uso de maneira otimizada (Harper *et al.*, 1991).

No que diz respeito à influência da planta na eficiência da adubação fosfatada, a seleção de materiais genéticos que tenham boa adaptação a condições de baixa fertilidade do solo pode aumentar sensivelmente o aproveitamento dos fertilizantes aplicados. Do ponto de vista fisiológico, a eficiência nutricional refere-se à habilidade do genótipo em absorver o nutriente do solo e distribuí-lo internamente (Goddard & Hollis, 1984). A eficiência de uso de um nutriente é definida também como a relação entre produção e a concentração do nutriente no tecido (Lauchli, 1987) ou a habilidade de uma espécie ou genótipo em fornecer altas produções num solo deficiente no nutriente em estudo (Graham, 1984).

O fósforo é indispensável para todo o ciclo da planta, pois entra na fotossíntese, na respiração e principalmente na formação de raízes. Mas, nem sempre, essa substância está disponível para ser absorvida pela planta, isso só ocorre se o solo apresentar um pH de 5,5. Mas como uma grande quantidade de “P” é levada pela água, deve-se adicioná-lo ao solo (Bennett, 1998). Além disso, à aplicação de grandes quantidades de fósforo também é necessária para prevenir a deficiência deste nutriente devido à capacidade do solo em reter o elemento em formas pouco solúveis, não prontamente disponíveis às plantas. Em consequência das quantidades elevadas de adubo fosfatado aplicadas, parte deste “P” pode se tornar disponível às plantas com o passar do tempo, constituindo efeito residual (Rossil *et al.*, 1999).

Além dos complexos aspectos que envolvem a dinâmica do fósforo no solo, existem diferenças entre espécies vegetais em aproveitar o “P” do solo. Plantas com crescimento rápido e sistema radicular pouco desenvolvido aproveitam mal o “P”, já as de ciclo longo e sistemas radiculares muito desenvolvidos aproveitam bem teores relativamente baixos de “P” disponível. Existem, também, algumas características de espécies vegetais que favorecem o melhor aproveitamento de “P”, tais como maior capacidade de absorção do pH da rizosfera por absorção diferenciada de cátions e ânions e infecção com micorrizas que aumentam a superfície de absorção das raízes (Prevedello & Reissmann, 2002).

Os adubos fosfatados encontrados no mercado podem ser químicos ou naturais. Entre os adubos químicos, são comercializados o superfosfato simples e o superfosfato triplo e os termofosfatos, os adubos naturais incluem os adubos provenientes de rochas sedimentares.

O superfosfato simples, além de ceder fósforo para a planta, cede ainda o enxofre, que também pode ser obtido via sulfato de amônio ($(\text{NH}_4^+)_2\text{SO}_4$). Porém alguns agricultores deixam de usar o superfosfato simples para diminuir o gasto e utilizam outro produto para ceder enxofre (Floresite, 2002). O superfosfato triplo contém cálcio suficiente para assegurar o crescimento radicular (Rossil *et al.*, 1999). O termofosfato, assim como o superfosfato simples e o triplo, é um fosfato de cálcio de origem ígnea pobre em sílica, possui textura simples onde predomina a fluorapatita. São fosfatos naturais duros. A solubilidade em água é praticamente zero e a em ácido com teor menor do que 5%. A solubilidade de “P” destes fosfatos, quando aplicados ao solo, é controlada puramente por princípios químicos (Rheinheimer *et al.*, 2001). Já o Fosfato Natural Reativo Arad é extraído de antigos depósitos sedimentares de resíduos vegetais e animais no deserto de Negev em Israel, apresenta grande teor de P_2O_5 (pirofosfito) total, (33%), cálcio (37%) e quantidades aproveitáveis de enxofre, magnésio, potássio e zinco, de forma gradual e contínua (Fertilizantes Ouro Verde, 2001).

Dentre os métodos de recuperação das áreas degradadas, o plantio de plantas é realizado com o objetivo principal de proteger rapidamente o solo contra a erosão e garantir o sucesso de recuperação. Nas áreas de Floresta Atlântica, onde se tem geralmente boa precipitação, é um método muito indicado e um dos mais utilizados (Almeida, 2000).

Entre os vários fatores envolvidos na produção de plantas, a nutrição via adubação dos substratos de crescimento, desponta como um dos principais responsáveis pela obtenção de maior produtividade (nos viveiros) e qualidade, além da maior economia (Larcher, 2000).

Considerando a importância e a necessidade de informações relativas ao desenvolvimento de espécies nativas, o presente estudo tem por objetivo avaliar o crescimento inicial de plantas de *Schizolobium parahyba* (Vell.) S. F. Blake (Leguminosae – Caesalpinoideae) submetidas a diferentes fontes de fósforo, bem como avaliar se a fonte de fósforo que proporciona o melhor desempenho das plantas é a mais viável economicamente para a produção de plantas.

A espécie utilizada neste estudo é conhecida popularmente por guapuruvu e ocorre nos estados da Bahia até Santa Catarina na floresta pluvial da encosta atlântica

(Lorenzi, 1988). Segundo esse mesmo autor o guapuruvu é uma espécie bastante ornamental quando em flor, porém não é recomendada para arborização de lugares muito freqüentados devido ao risco de acidentes pela queda fácil de ramos em dia de vento, mas é ótima para reflorestamento de áreas degradadas de preservação permanente em composições mistas

Métodos

O presente trabalho foi realizado em casa de vegetação, no município de Santa Teresa, ES, Brasil, entre agosto de 2002 a junho de 2003.

O município de Santa Teresa está localizado a 19° 56' 10" S e 40° 36' 06" W. Segundo Chamas (1995) o clima da região é "subseqüente superúmido com subseca", ou seja, região com um mês de temperatura média de 18°C, sendo julho o mês mais frio com a temperatura média variando entre 15 a 18°C e média mínima diária de 6 a 10°C. A região apresenta altos índices pluviométricos, com precipitação média anual de 1.404,2 mm, podendo ocorrer de um a dois meses de seca (Nimer, 1977).

Foram utilizadas 160 plantas de guapuruvu com seis meses de idade que foram obtidas a partir de sementes. Essas sementes foram semeadas em junho de 2002, em areia lavada e mantidas a pleno sol, sem adição de nutrientes. Após seis meses da semeadura essas plantas foram transplantadas para sacolas de polietileno preto-opaco de 25 X 25 cm com perfurações laterais. Em todos os tratamentos as plantas foram submetidas a regas diárias pela tarde, por aspersão, durante todo o período experimental. Foi realizado também um controle de plantas invasoras, uma vez que não foi feita a desinfestação do substrato.

Visando a homogeneização de fatores não controlados, as posições das sacolas com as plantas foram mudadas a cada 7 dias em todos os tratamentos. Foi utilizado com parte do substrato o solo de um barranco. Inicialmente foi realizada a análise química desse solo, na camada entre 0-20 cm, através de amostras que foram enviadas ao Laboratório de Análise de Solos Viçosa Ltda, MG.

A análise constou dos seguintes parâmetros: $ph = 5,1$; $P = 0,6 \text{ mg/dm}^3$; $K = 18 \text{ mg/dm}^3$; $Ca^{2+} = 0,2 \text{ cmolc/dm}^3$; $Al^{3+} = 0,1 \text{ cmolc/dm}^3$; $Zn = 1,0 \text{ mg/dm}^3$; $Fe = 28,4 \text{ mg/dm}^3$; $Mn = 0,8 \text{ mg/dm}^3$; $Cu = 0,3 \text{ mg/dm}^3$; $B = 0,3 \text{ mg/dm}^3$; $H + Al = 5,61 \text{ cmolc/dm}^3$; $SB = 0,25 \text{ cmolc/dm}^3$; $CTC(t) = 0,35 \text{ cmolc/dm}^3$; $CTC(T) = 5,86 \text{ cmolc/dm}^3$; $V = 4\%$, $m = 29\%$; $Mo = 1,52 \text{ dag/Kg}$.

Sendo:

$H + Al = \text{Extrator Acetato de Cálcio } 0,5 \text{ mol/L} - ph 7,0$

$SB = \text{Soma de Bases Trocáveis}$

$CTC(t) = \text{Capacidade de Troca Catiônica Efetiva}$

$CTC(T) = \text{Capacidade de Troca Catiônica a } ph 7,0$

$V = \text{Índice de Saturação de Bases}$

$m = \text{Índice de Saturação de Alumínio}$

$MO = \text{Matéria Orgânica} = C. \text{ Org} \times 1,27$

Para suprir as carências nutritivas do solo de barranco, foram adicionados à ele, areia lavada e esterco bovino curtido, cuja concentração de fósforo é insignificante e não interfere nos resultados (comunicação pessoal, Gomes, 2003). As proporções de solo, areia e esterco adicionadas foram 1:1:1, respectivamente.

Os cálculos matemáticos referentes as proporções de adubos utilizadas, foram feitos de acordo com Galeti (1989). Os adubos foram adicionados de maneira que para cada 1 Kg de terra, o fertilizante utilizado liberasse quantidades iguais de fósforo (P_2O_5) solúvel em água, ou seja, 16%. Para isto, cada fonte de fertilizante recebeu as seguintes proporções: Superfosfato Simples: 5g/Kg solo; Superfosfato Triplo: 2g/Kg solo; Termofosfato: 5g/Kg solo; Fosfato Natural Reativo Arad: 8g/Kg solo.

O transplante das plantas para as sacolas foi realizado após 30 dias da adição das fontes fosfatadas ao substrato de solo, areia e esterco curtido. As fontes fosfatadas foram fornecidas apenas uma vez, no início do experimento, e sobre a forma de pó.

No dia anterior ao início do experimento, todas as plantas foram etiquetadas e então sorteadas para compor os quatro tratamentos descritos a seguir:

Tratamento SFS: com a adição de Superfosfato Simples (com 16% de fósforo solúvel em água).

Tratamento SFT: com a adição de Superfosfato Triplo (com 40% de fósforo solúvel em água).

Tratamento SNA: com a adição de Fosfato Natural Reativo Arad (com 10% de fósforo solúvel em água).

Tratamento TEF: com a adição de Termofosfato (com 18% de fósforo solúvel em água).

Para determinação do crescimento, todas as plantas foram avaliadas mensalmente a partir de mensurações de comprimento da parte aérea, diâmetro do coleto e número de folhas, durante cinco meses. O diâmetro do coleto foi medido com o uso de paquímetro e a altura da planta (distância entre o nível do solo e a gema apical do caule) foi medida com trena milimetrada.

Para a obtenção dos valores da massa da matéria seca, 10 plantas de cada tratamento foram destorroadas, lavadas e separadas em folhas, caule e raiz. Essas partes foram pesadas separadamente dentro de sacos de papel

previamente pesados e após permanecerem em estufa de secagem a 70°C durante 72 horas foram novamente pesadas. As pesagens foram realizadas com balança semi-analítica (GEHAKA BG 400; Máx: 404g e Mín: 0,020g; d= 0,001; e= 0,01g). Esse procedimento foi realizado no início e no final do experimento.

As modificações morfológicas apresentadas pelas plantas durante o experimento foram observadas e anotadas.

Foi realizada a análise de variância (ANOVA) para avaliar se houve diferenças significativas entre os tratamentos e o tempo de desenvolvimento (variáveis independentes) com relação a altura, diâmetro do coleto e número de folhas (variáveis dependentes) (Sokal & Rohlf, 1991). Esta análise também foi empregada para avaliar diferenças significativas com relação à matéria seca de raiz, caule e folhas. As médias foram comparadas pela técnica de comparações múltiplas de Tukey para amostras de igual tamanho, para $\alpha = 0,05$ (Vieira, 1998).

A relação custo benefício das diferentes fontes fósforo foi estabelecida através do incremento de biomassa, baseado na produção de matéria seca das plantas submetidas aos diferentes tratamentos. Após os cálculos dos incrementos de biomassa, estimou-se o quanto de fertilizante foi necessário para obter-se as respectivas biomassas e o preço da época em reais, de cada fertilizante.

Resultados

As plantas de guapuruvu utilizadas neste trabalho tinham, no início do experimento, seis meses de idade, de forma que os dias nos quais as mensurações foram realizadas (0, 30, 60, 90 e 120 dias) correspondem respectivamente as idades de 6, 7, 8, 9 e 10 meses.

Altura

Todas as plantas de *S. parahyba* apresentaram um crescimento progressivo ao longo dos meses que não diferiu significativamente entre os tratamentos durante todo o período estudado (Tabela 1).

Tabela 1- Médias de altura (cm) das plantas de *S. parahyba*, obtidas mensalmente durante quatro meses, submetidas a diferentes fontes de fósforo.

Fontes de Fósforo	Períodos (Dias)				
	0	30	60	90	120
SFS	24,7	30,8	40,7	44,9	48,3
SFT	24,4	32,8	42,2	45,7	48,3
SNA	21,6	30,9	38,5	41,4	42,8
TEF	22,5	31,8	40,8	44,9	47,5

Diâmetro do coleto

As mensurações realizadas no diâmetro do coleto entre as plantas submetidas as diferentes fontes de fósforo utilizadas durante o período do estudo, também não apresentaram diferenças significativas (Tabela 2).

Tabela 2- Médias do diâmetro do coleto (cm) das plantas de *S. parahyba*, obtidas mensalmente durante quatro meses, submetidas a diferentes fontes de fósforo.

Fontes de Fósforo	Períodos (Dias)				
	0	30	60	90	120
SFS	4,6	5,9	7,2	7,8	8,4
SFT	4,5	6,1	7,6	8,1	8,6
SNA	4,7	6,0	7,1	7,6	8,2
TEF	4,6	5,8	7,2	7,6	8,2

Número de folhas

Com relação a esse parâmetro, não foram observadas, assim como nos demais, diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 3).

Tabela 3 - Médias do número de folhas das plantas de *S. parahyba* obtidas mensalmente durante quatro meses, submetidas a diferentes fontes de fósforo.

Fontes de Fósforo	Períodos (Dias)				
	0	30	60	90	120
SFS	8,5	22,0	23,8	23,2	19,4
SFT	8,6	19,6	22,2	20,1	17,8
SNA	8,8	21,2	16,2	20,0	16,1
TEF	8,7	21,0	24,5	18,3	15,8

Massa da matéria seca

No início do experimento, as plantas apresentaram um conteúdo de matéria seca semelhante em todas as partes mensuradas (raiz, caule e folhas) e houve um incremento neste parâmetro com o passar dos meses de maneira contínua, que não diferiu entre os tratamentos (Tabela 4).

Discussão

Os resultados encontrados neste trabalho estão de acordo com os dados obtidos por Moreira & Malavolta (2001) que estudando o efeito de quatro fontes de fósforo (superfosfato triplo, fosfato natural da Carolina do Norte, fosfato natural Arad e termofosfato Yoorin) na produção de matéria seca de alfafa e centosema, verificaram que o incremento da matéria seca independia das fontes, mas era influenciado pelas quantidades de fósforo fornecido por cada fonte.

Macedo *et al.* (1985) testaram fosfatos solúveis,

Tabela 4 - Médias da massa da matéria seca (g), das plantas de *S. parahyba* obtidas no início do experimento e após 120 dias, submetidas a diferentes fontes de fósforo.

Fontes de Fósforo	Períodos (Dias)		Partes da Planta
	0	120	
SFS	0,9	10,5	Raiz
SFT	0,8	10,0	
SNA	1,1	9,6	
TEF	0,8	8,8	
SFS	2,7	13,4	Caule
SFT	2,5	14,5	
SNA	2,6	11,3	
TEF	2,2	13,6	
SFS	2,6	5,2	Folhas
SFT	2,8	5,0	
SNA	2,8	4,0	
TEF	2,6	4,2	

fosfatos naturais e introdução de trevo-branco no melhoramento de pastagem natural e observaram que no primeiro ano a produção de massa de matéria seca, no tratamento com superfosfato triplo (fosfato solúvel), foi superior aos demais fosfatos utilizados (fosfato simples + calcário, fosfato triplo + calcário e sem calcário, hiperfosfato de gafsa), e, nos três primeiros anos subsequentes, o hiperfosfato de gafsa (fosfato natural) equívaleu ao superfosfato triplo.

Estes resultados corroboram aqueles observados por Gatiboni *et al.* (2000) que, estudando a influência da adubação fosfatada (fosfatos solúveis e natural), verificaram que esta aumenta a produtividade de massa de matéria seca da pastagem, e os fosfatos solúveis proporcionam maiores produtividades que o fosfato natural.

A alta solubilidade em água acarreta maior absorção nos primeiros cortes, e maior fixação no solo, nos demais (Yost *et al.*, 1982). Por não apresentarem solubilidade em água e apresentarem baixa solubilidade em ácido cítrico, os fosfatos naturais apresentam resultados menos expressivos na produção de massa de matéria seca nos primeiros cortes (Moreira & Malavolta, 2001).

De acordo com Marschner (1995), o aumento na produção de matéria seca ocorre possivelmente em virtude do papel do fósforo na síntese de proteína que por sua vez reflete no maior crescimento da planta.

Balieiro *et al.* (2001) verificaram que o fósforo foi o nutriente que mais afetou o crescimento das espécies na formação de mudas de *Acacia holosericea* e *Acacia auriculiformis*, o que confirma a importância da adubação fosfatada na nutrição das plantas, principalmente quando se utiliza subsolo como um dos componentes do substrato, cuja fertilidade é na maioria das vezes, baixa.

As raízes apresentaram alto incremento de massa seca, mesmo com apenas uma aplicação de fósforo. Teruel *et al.* (2001), verificaram que a condição de menor teor de fósforo refletia no maior número de pontos de crescimento nas raízes. Para Harper *et al.* (1991), esse fato seria uma estratégia adaptativa adotada pela planta para melhor explorar o solo em busca do nutriente escasso, altamente imóvel no solo, no caso o fósforo. Para nutrientes altamente móveis no solo, como o nitrato, não seria esperada a mesma alteração estrutural do sistema radicular, pois raízes em grande número acabariam competindo entre si pelo mesmo recurso.

Amarelecimento e abscisão de folhas

Foi observado que as folhas das plantas mantidas em todos os tratamentos apresentaram amarelecimento seguido de abscisão que se iniciou após cerca de 30 dias do início do experimento. É importante ressaltar que esse amarelecimento, que pode ser devido ao próprio transplante, foi semelhante ao que ocorre durante o processo natural de senescência e abscisão de folhas. Além disso, o período de tempo no qual o experimento foi desenvolvido apresentou mudanças muito grandes no regime de chuvas que também pode ter influenciado o processo descrito acima.

Relação custo-benefício

Uma vez que as diferentes fontes de fósforo mostraram-se igualmente eficientes no incremento da biomassa durante o período estudado, a fonte indicada para a produção de mudas de guapuruvu é a utilizada em menor quantidade e/ou a que possui o menor preço. No caso da região de Santa Teresa, ES, o Superfosfato Triplo foi a fonte que apresentou a primeira característica, porém vale ressaltar que o preço pode variar em outras localidades e em outras épocas.

Contudo, outros fatores também devem ser observados para a escolha da fonte fosfatada a ser utilizada como, por exemplo, a constituição química dos fertilizantes, pois, segundo Castro (1991), o aumento de matéria seca não pode ser atribuído apenas à disponibilidade de "P" nestes produtos, mas devem ser considerados também os efeitos nutricionais e corretivos dos silicatos de Ca e Mg presentes nestes materiais que auxiliam no incremento da massa da matéria seca, como é o caso dos termofosfatos.

Referências

Almeida DS (2000) **Recuperação Ambiental da Mata Atlântica**. Ilhéus: Editus.

- Balieiro FC & Dias LE (1998) Eficiência de utilização de fósforo em algumas espécies arbóreas, em fase de muda, utilizadas na recuperação de áreas degradadas (RAD). In: **Anais FertBio**, Caxambu: UFLA.
- Bennett P (1998) Terra uma incrível máquina de reciclagem. In: **O ciclo do fósforo**. São Paulo: Moderna. p. 22-27.
- Castro C (1991) **Avaliação agrônômica de termofosfatos magnesianos fundidos, produzidos a partir de minérios oriundos de Maicuru, PA**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém, PA.
- Chama CC (1995) **Espécies com potencial ornamental da Estação Biológica de Santa Lúcia, Santa Teresa - ES**. Monografia de Especialização. Departamento de Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Vitória, ES.
- Fertilizantes Ouro Verde (2001) **ARAD: Fosfato Natural Reativo**. São Paulo.
- Florestasite (2002) **Adubação do Café**. Disponível em: <http://www.florestasite.com.br/> Acesso em 13 set. 2002.
- Galeti PA (1989) **Guia do Técnico Agropecuário: Solos**. São Paulo: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola.
- Gatiboni LC, Kaminski J, Pellegrini JBR, Brunetto G, Saggin A & Flores JPC (2000) Influência da adubação fosfatada e da introdução de espécies forrageiras de inverno na oferta de forragem de pastagem natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 35 (8): 1663-1668.
- Goddard RE & Hollis CA (1984) The genetic basics of forest tree nutrition. In: Bowen GD & Nambier EKS (Eds.) **Nutrition of plantation forest**. London: Academic Press, p.237-258.
- Graham RD (1984) Breeding for nutritional characteristics in cereals. In: Tinker PB & Lauchli A (Eds.) **Advances in plant nutrition**. New York: Praeger. p.57-102.
- Hajabbasi MA & Schumacher TE (1994) Phosphorus effects on root growth and development in two maize genotypes. **Plant and Soil**. 158: 39-46.
- Hallmark WB. & Barber SA (1984) Root growth and morphology, nutrient uptake and nutrient status of early grown soybeans as affected by soil P and K. **Agronomy Journal**. 76: 209-212.
- Harper JL, Jones M. & Sackville-Hamilton NR (1991) The evolution of roots and the problems of analysing their behaviour. In: Atkinson D. (Ed.) **Plant root growth: an ecological perspective**. Oxford: Blackwell. p.3-22.
- Larcher W (2000) **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: RIMA, p. 183-230.
- Lauchli A (1987) Soil science in the next twenty five years: does a biotechnology play a role? **Soil Science Society of America Journal**. 51: 1405-1409.
- Lorenzi H (1988) **Árvores Brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Vol. 1, 3.ed. Nova Odessa: Plantarum.
- Macedo W, Gonçalves JON & Girardeiro AM (1985) Melhoramento de pastagem natural com fosfatos e introdução de leguminosas em solo da fronteira oeste do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. 9 (3): 231 – 235.
- Moreira A & Malavolta E (2001) Fontes, doses e extratores de fósforo em alfafa e centrosema. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 36 (12): 1519-1527.
- Nielsen ME & Barber SA (1978) Differences among genotypes of corn in the kinetics of P uptake. **Agronomy Journal**. 70: 695-698.
- Nimer E (1977) Clima. In: **Geografia do Brasil: Região Sudeste**. Rio de Janeiro: IBGE. p. 51-89.
- Prevedello CMS & Reissmann CB (2002) Nutrição mineral de plantas. In: Wachowicz CM & Carvalho R. **Fisiologia Vegetal**. Curitiba: Champagnat. p.120-124.
- Rheinheimer DS, Gatiboni LC & Kaminski J (2001) **Mitos e verdades sobre o uso de fosfatos naturais na agroecologia** (Nota técnica). Santa Maria, RS: Departamento de Solos, UFSM. Disponível em: <http://www.emater.tche.br> >. Acesso em 13 setembro de 2002.
- Rossi C, Anjos ARM, Camargo MS, Weber OLS, Imhoff S & Malavolta E (1999) Efeito residual de fertilizantes fosfatados para o arroz: avaliação do fósforo na planta e no solo por diferentes extratores. **Scientia Agricola**. 56 (1): 36 – 46.
- Shenk MK & Barber SA (1977) Root characteristics of corn genotypes as related to P uptake. **Agronomy Journal**. 71: 921-924.
- Silberbush M & Barber SA (1983) Sensitivity of simulated phosphorus uptake to parameters used by a mechanistic mathematical model. **Plant Soil**. 74: 93-100.
- Sokal RR & Rohlf FJ (1991) **Biometry: the principles and practice of statistics in biological research**. New York: Freeman.
- Teruel DA, Dourado-Neto D, Hopmans JW & Reichardt K (2001) Alterações estruturais do sistema radicular de soja em resposta à disponibilidade de fósforo no solo. **Scientia Agricola**. 58 (1): 55- 60.
- Vieira S (1998) **Introdução à Bioestatística**. 3. ed. Rio de Janeiro, RJ: Campus.
- Vilela L & Anghinoni I (1984) Morfologia do sistema radicular e cinética de absorção de fósforo em cultivares de soja afetadas pela interação alumínio fósforo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. 8: 91-96.
- Yost RS, Naderman GC, Kamprath EJ & Lobato E (1982) Availability of rock phosphate as measured by an acid tolerant pasture grass and extractable phosphorus. **Agronomy Journal**. 74(3): 462-468.