EFEITOS DE DIFERENTES DOSES DE FÓSFORO E DA
COLONIZAÇÃO FÚNGICA DA RAÍZ SOBRE O
CRESCIMENTO E A ABSORÇÃO DE NUTRIENTES
EM SERINGUEIRA (*Hevea brasiliensis*, Muell. Arg.)

OTÁVIO MANOEL NUNES LOPES

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura
"Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo,
para obtenção do título de Mestre em Agronomia.
Área de Concentração: Solos e Nutrição de Plantas.

PIRACICABA
Estado de São Paulo
1988

À minha mãe, Alderinda,
À minha esposa Olgarina,
Aos meus filhos Glauco,
Úrsula e Tyrone

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA
pela oportunidade oferecida;

À Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Territorial
de Macapá - UEPAT/Macapá;

À Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz";

À Professora Dr^a Elke Jurandy Bran Nogueira Cardoso , pela
orientação, apoio e confiança depositada;

Ao Departamento de Química da ESALQ, pela análise de So-
los e plantas;

Ao Pesquisador Raimundo Parente de Oliveira e ao Centro de
Processamento de Dados da ESALQ, pela realização das ana-
lises estatísticas;

Aos colegas Francisco José Câmara Figueirêdo, Oscar Lameira
Nogueira, Luiz Alberto Freitas Pereira, Antônio Pedro da
Silva Souza Filho, Raimundo Nonato Brabo Alves, Ismael de
Jesus Matos Viêgas, Oswaldo Ryohei Kato, Leopoldo Brito
Teixeira, José Raimundo N.F. Gama e Dilson Augusto Capu-
cho Frazão, pelo apoio e amizade;

Aos colegas Tarcísio Ewerton Rodrigues e Idarê Azevedo Go-
mes, pelo incentivo;

Aos Professores Itamar Soares de Melo, Márcio Rodrigues Lam-
bais e José Dias, pela amizade e colaboração prestada.

EFEITOS DE DIFERENTES DOSES DE FÓSFORO E DA COLONIZAÇÃO FÚNGICA DA RAÍZ SOBRE O CRESCIMENTO E A ABSORÇÃO DE NUTRIENTES EM SERINGUEIRA (Hevea brasiliensis, Muell. Arg.)

Autor: OTÁVIO MANOEL NUNES LOPES

Orientadora: Profª Drª ELKE J.B.N. CARDOSO

RESUMO

Foi conduzido um experimento em casa-de-vegetação, no Campus da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" para determinar os efeitos de micorriza VA e de diferentes doses de fósforo sobre o crescimento de mudas de seringueira. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado num arranjo fatorial 3 x 2 com seis repetições. Os tratamentos constaram de três doses de fósforo: 0,9; 1,8; 2,7g/planta de P_2O_5 , tendo como fonte o superfosfato triplo, e dois tratamentos de inoculação: não inoculado e inoculado com Gigaspora margarita, ambos em solo não esterilizado. Os parâmetros analisados foram infecção radicular, altura das plantas, diâmetro do caule, peso da matéria seca da parte aérea e teor foliar e absorção total de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Fe, Mn e Zn.

As avaliações foram realizadas nove meses após a instalação de experimento. A aplicação da dose 2,7g/planta de P_2O_5 favoreceu a infecção radicular e aumentou o crescimento das plantas em altura e diâmetro, peso da matéria seca da parte aérea e teor foliar de P, S e B. Diminuiu o teor foliar de K, e não influenciou nos teores de N, Ca, Mg, Fe, Mn e Zn. Aumentou a absorção total de N, P, Ca, Mg, S, B, Fe e não influenciou na absorção de K, Mn e Zn pelas plantas.

As análises de raízes não evidenciaram a presença do fungo MVA inoculado e sim uma infecção por Rhizoctonia sp., que promoveu maior crescimento das plantas em altura, diâmetro e aumentou o peso da matéria seca da parte aérea dentro da dose 2,7g/planta de P_2O_5 . Esta infecção não influenciou no teor foliar de P, K, Mg, S, Fe, Mn e Zn, mas aumentou o teor foliar de Ca, B e diminuiu o de N na dose 2,7g/planta de P_2O_5 , tendo na mesma do

se, aumentado a absorção total de P,Ca,Mg e B, não influenciando na absorção de N,K,S,Fe,Mn e Zn pelas plantas.

O suprimento de boro ao solo, na concentração de 1 ppm, induziu condições de toxicidade, inibindo o crescimento das plantas.

EFFECTS OF DIFFERENT PHOSPHORUS LEVELS AND FUNGAL ROOT INFECTION ON THE GROWTH AND NUTRIENT ABSORPTION OF RUBBER (*Hevea brasiliensis*, Muell. Arg.)

Author: OTÁVIO MANOEL NUNES LOPES

Adviser: Profa Drª ELKE J.B.N. CARDOSO

SUMMARY

A greenhouse experiment was carried out on the Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" to determine the effects of VA mycorrhizae and different phosphorus levels on the growth of *Hevea brasiliensis* seedlings. The experiment was completely randomized in a 3 x 2 factorial design with 6 replications. The treatments were three levels of phosphorus: 0,9; 1,8; and 2,7 g P₂O₅/tree, having a triple superphosphate as source, and two treatments of inoculation: non-inoculated and inoculated with *Gigaspora margarita*, both on non-sterilized soil. The analyzed parameters were root infection, tree height and diameter, shoot dry weight, concentration and total absorption of N,P,K,Ca,Mg,S,B,Fe Mn and Zn in the shoots.

The plants were harvested at 9 months. Increasing phosphorus levels favored root infection and increased plant growth in terms of height, diameter, dry weight and foliar contents of P,S and B while decreasing the foliar content of K and there was no influence on foliar content of N,Ca,Mg,Fe,Mn and Zn. Higher P levels also increased the total absorption of N,P,Ca,Mg,S,B,Fe and did not influence the absorption of K,Mn and Zn by the plants.

The root analysis did not show the presence of the inoculated MVA fungus *Gigaspora margarita*, however, there was evidence of infection caused by *Rhizoctonia* sp which was correlated with greater plant growth at the highest P level. There was no influence of inoculation on foliar content of P,K,Mg,S,Fe Mn and Zn but increases of foliar content of Ca and B and decreases in the foliar content of N at the 2,7g P₂O₅/tree level were determined. Total absorption of P,Ca,Mg and B showed increases while there was no effect on total absorption of N,K,S,Fe,Mn and

Zn by the plants.

The boron supply in the soil, at the concentration of 1 p.p.m., induced toxicity conditions and inhibited - plant growth.

SUMÁRIO

	Página
Resumo	.v.
Summary	.vii.
1. Introdução	.1.
2. Revisão de Literatura	.3.
2.1. Considerações sobre nutrição e adubação de seringueira	.3.
2.2. Considerações gerais sobre as micorrizas vesículo-arbusculares	.10.
2.3. Micorrizas em plantas perenes	.12.
2.4. Micorriza em seringueira	.14.
3. Materiais e Métodos	.16.
3.1. Planta	.16.
3.2. Solo	.16.
3.3. Fungo micorrízico vesículo-arbuscular..	.17.
3.4. Unidade experimental	.18.
3.5. Aparato experimental e Delineamento Es tatístico	.18.
3.6. Adubação básica	.19.
3.7. Obtenção do inóculo	.19.
3.8. Inoculação, instalação e condução das plantas	.20.
3.9. Colheita do experimento	.20.
3.10. Colonização de raízes de seringueira - Isolamento de <u>Rhizoctonia</u>	.22.
3.11. Análise estatística	.23.

4. Resultados e Discussão	.24.
4.1. Infecção de Raízes	.24.
4.2. Efeito das doses de fósforo sobre a infecção de raízes por <u>Rhizoctonia</u> sp.	.28.
4.3. Efeito das doses de fósforo e da infecção de raízes sobre o desenvolvimento de seringa.	.29.
4.4. Efeito das doses de fósforo e da infecção radicular sobre o teor nas folhas e absorção total de macronutrientes e micronutrientes	.33.
4.4.1. Nitrogênio	.33.
4.4.2. Fósforo	.33.
4.4.3. Potássio	.38.
4.4.4. Cálcio	.38.
4.4.5. Magnésio	.40.
4.4.6. Enxofre	.40.
4.4.7. Boro	.43.
4.4.8. Ferro, manganês e zinco	.47.
5. Conclusões	.53.
6. Literatura Citada	.54.
Apêndice	.66.

1 - INTRODUÇÃO

A seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.), planta nativa da Amazônia, foi responsável, no início do século XX, pelo abastecimento de cem por cento da borracha consumida no mundo.

Na década de 50, a doença "mal das folhas", causada pelo fungo *Microcyclus ulei*, foi a principal causa da não expansão da heveicultura no Brasil, aliado ao advento da borracha sintética que estacionou a produção da borracha natural.

Os países asiáticos introduziram e iniciaram o cultivo racional da seringueira e atualmente são os maiores produtores e exportadores de borracha natural a preço bastante competitivo com a sintética.

O Brasil vem desenvolvendo concentrado esforço de pesquisa, quanto ao melhoramento genético visando resistência à doença, nutrição das plantas, manejo e tratamentos culturais, com o objetivo de formar seringais que entrem em exploração no mais curto espaço de tempo possível e com maior produtividade.

A partir da década de 1960, acumularam-se evidências de que fungos micorrízicos vesículo-arbusculares (micorrizas V.A.), em associação com raízes de plan-

tas, aumentam a absorção de nutrientes pelas mesmas, assim, a inoculação por esses fungos se apresenta como uma opção na tentativa de se maximizar a produção agrícola, principalmente em solos de baixa fertilidade, visando um melhor aproveitamento de nutrientes através da ação das micorrizas.

Um dos problemas que podem limitar a utilização de fungos M.V.A. é a dificuldade da produção de inóculos, embora o desenvolvimento de métodos práticos de produção e aplicação desses inóculos, já venham sendo estudados desde 1981 (Hall e Kelson, 1981). Como o fungo não pode crescer em meio de cultura artificial, o inóculo, tanto para pesquisa como para comercialização tem que ser produzido através do cultivo de plantas multiplicadoras inoculadas com a espécie desejada do fungo.

Sob esse aspecto, é possível que as plantas perenes, que passam por uma fase de formação de mudas, tenham perspectivas de adotar essa associação em futuro mais próximo. Dentre essas plantas, juntamente com o cafeeiro, cacauzeiro e plantas cítricas, destaca-se a seringueira.

Desta maneira, levantou-se a hipótese de que empregando-se baixas doses de fósforo, em relação as comumente em uso, na presença de fungos micorrízicos V.A. o desenvolvimento de mudas de seringueira seria igual ou superior ao obtido em doses mais altas de fósforo, conseguindo-se, assim, maximizar a produção de mudas dessa cultura e economia de fertilizantes fosfatados.

O presente trabalho teve por finalidade, determinar o efeito fungo M.V.A. em diferentes níveis de fósforo sobre o crescimento e absorção de nutrientes em mudas de seringueira.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Considerações sobre a nutrição e adubação da seringueira.

O crescimento da seringueira depende de alguns fatores externos de crescimento, entre os quais , a exigência de nutrientes parece não ser muito marcante segundo ALVIN et alii (1969), que afirmou ser a tolerância da seringueira a solos pobres devido a uma grande capacidade de extração de minerais do solo, em consequência da grande intensidade respiratória de suas raízes.

Entretanto, apesar de estar sendo cultivada em solos pobres, tem-se verificado melhor desenvolvimento e resposta na produtividade quando são corrigidas as limitações nutricionais através do uso de fertilizantes.

O nitrogênio (N) é o nutriente mais exigido entre todos os demais. Como constituinte da clorofila, o seu baixo suprimento resulta em folhas amareladas, pequenas, com células pequenas e parede celular espessa e em consequência de sua alta mobilidade, em plantas jovens, os sintomas de deficiência aparecem nas folhas baixas e medianas do caule, atingindo posteriormente as folhas mais novas das regiões apicais da planta (SHORROCKS 1979); enquanto que, quantidades em excesso do elemento provocam um alongamento dos caules em plântulas, ou de-

envolvimento exagerado da copa em plantas adultas, expondo-as à ação prejudicial dos ventos (GEUS, 1967 e MALAVOLTA et alii, 1974). BOLLE-JONES (1954) em estudo de adubação de seringueira em solução nutritiva, definiu os níveis de N em folhas sadias de 2,60%-3,50% e para as deficientes de 2,60%-2,70%. Segundo SHORROCKS (1965), a absorção inicial de N é baixa, aumentando gradativamente com o decorrer do tempo.

O fósforo é um nutriente essencial para o crescimento, manutenção e produtividade da seringueira, requerendo um teor de cerca de 20% a mais do que nitrogênio e potássio (RUBBER RESEACH INSTITUTE OF MALASYA, 1973). Desempenha importante papel nas reações bioquímicas do metabolismo dos carboidratos, principalmente na respiração, divisão celular e desenvolvimento de tecidos meristemáticos, sendo também, constituinte de ácidos nucleicos (MIRANDA et alii, 1975 e SHORROCKS, 1979).

Os sintomas de deficiência de fósforo em plantas perenes traduz-se por um desenvolvimento raquítico das plantas e uma coloração verde escuro das folhas (MALAVOLTA et alii, 1974 e SHORROCKS, 1979).

O excesso de P na seringueira causa o retardamento da atividade do período de crescimento terminal, acompanhado por excessivo brotamento lateral (MIDDLETON e PUSHPARAJAH, 1966). Os limites de P determinados por BOLLE-JONES (1954) para folhas sadias é de 0,16%-0,23% e de 0,12%-0,14% de P nas folhas deficientes.

Segundo SHORROCKS (1965), em seringueira jovem, a absorção de fósforo é grande nos dois primeiros anos, diminuindo no terceiro.

Tanto no Brasil como nos principais países asiáticos produtores de borracha, são poucos os trabalhos com adubação em viveiro de seringueira, principalmente quanto aos efeitos de adubação fosfatada. VIFGAS (1985) em adubação de viveiro, em Latossolo Amarelo de textura média, no Pará, verificou que doses crescentes de adubação fosfatada aumentaram o teor de P nas folhas, com concentração variando de 0,08% na ausência de P e de 0,14% na dose 7,0g/planta de P_2O_5 , no entanto, reduziram o teor foliar de K, S, Cu, B e Zn. Em experimento de adubação em viveiro, em Latossolo Amarelo textura argilosa, ALVES (1987) observou que doses crescentes de adubação fosfatada favoreceram um maior crescimento em altura das plantas e de diâmetro do caule, bem como, provocaram também aumento nas concentrações foliares de P e Mg e redução dos teores foliares de K e Zn. TUTI-WARSITO & ANGKAPRADIPTA (1974), também em adubação de viveiro, observaram que doses crescentes de P aumentaram o teor foliar de P, com concentração de 0,18% na ausência do elemento e de 0,21% na dose de 4g de superfosfato triplo por planta.

O potássio ocupa posição destacada no metabolismo da planta, acumulando-se nas partes onde a divisão celular e os processos de crescimento são muito ativos, e em caso de deficiência é redistribuído dos tecidos velhos aos mais novos (JACOB & UEXKULL, 1973 e SHORROCKS, 1979). Quanto ao metabolismo do nitrogênio, o potássio tem uma ação específica, pois uma redução no seu fornecimento aumenta a concentração de compostos nitrogenados pouco metabolizados, como a putrescina, uma diamina tóxica às plantas, que se acumula nos ápices e margens das folhas, provocando a necrose desses tecidos. Quando há excesso de potássio devido a alta concentração no meio, a absorção,

ou mais provavelmente, a translocação de outros catiônicos pode ser diminuída (EPSTEIN, 1975). BOLLE-JONES (1954) definiu como crítico o teor de K nas folhas no intervalo de 0,30%-0,40% e para folhas sadias de 1,00%-1,40%.

Não havendo qualquer impedimento para a absorção de potássio, segundo SHORROCKS (1965), sua absorção é linear de acordo com a idade da planta.

SHORROCKS (1965), em seu trabalho de análise de absorção de nutrientes pela seringueira, registrou que o cálcio é o segundo elemento mais absorvido pela planta, perdendo apenas para o nitrogênio. O cálcio é o principal ^{MS}constituente da lamela média da parede celular na forma de pectato e tem importância no funcionamento adequado dos meristemas. A deficiência de cálcio acarreta uma divisão celular irregular ou não se dá, e ainda deformação do sistema radicular das plantas (MALAVOLTA, 1980; SHORROCKS, 1979 e MENGEL e KIRKBY, 1982). BOLLE-JONES (1954) definiu os limites de concentração foliar de cálcio, de 0,76%-0,82% para folhas sadias e 0,14%-0,21% para folhas deficientes.

A necessidade do cálcio na nutrição da seringueira tem sido relatada em alguns trabalhos, como em SHORROCKS (1965) e BOLTON & SHORROCKS (1961), que constataram efeito significativo no desenvolvimento e produção da seringueira pela aplicação de calcário dolomítico. No entanto, no Brasil, apesar da seringueira ser cultivada em solos ácidos, esta prática não é usual, talvez pelo fato de que PUSHPARAJAH et alii (1975) terem observado que o excesso de Ca resulta em um menor fluxo de latex na planta.

Quanto a marcha de absorção SHORROCKS (1965) obteve um aumento de 7 vezes na absorção de cálcio, do primeiro para o segundo ano; de quase 3 vezes do segundo para o terceiro ano e de menos de 2 vezes do terceiro para o quarto ano.

O magnésio é um constituinte das moléculas de clorofila, participando diretamente do processo de fotossíntese e é um ativador específico de um certo número de enzimas, sendo o cofator de quase todas as enzimas fosforilativas, além de funcionar como carregador de fósforo (MALAVOLTA, 1980 e MENGEL e KIRKBY, 1982).

A deficiência de Mg restringe o desenvolvimento da planta pela redução do teor de clorofila, resultando a clorose foliar, observada nas folhas mais maduras da haste principal, nas plantas jovens e nas folhas expostas a luz total, nas plantas adultas (SHORROCKS, 1979). BOLLE-JONES (1954), determinou teor de Mg de 0,17%-0,24 % em folhas sadias e de 0,02%-0,10% a concentração do elemento em folhas de plantas deficientes, analisando amostras de folhas do segundo verticilo de plantas não ramificadas.

SHORROCKS (1965) observou uma absorção de magnésio pela seringueira em quantidade crescente até o quarto ano de idade das plantas.

O enxofre é um elemento importante na constituição das proteínas e aminoácidos e funciona como ativador de muitas enzimas, envolvidas no metabolismo de carboidratos, lipídios e proteínas.

Os sintomas de deficiência de S e N são semelhantes, devido ser a redução da clorofila as causas comuns de ambas as deficiências. O sintoma principal de deficiência de enxofre caracteriza-se por um gradativo a marelecimento uniforme de toda a folha e depois desenvolve-se um "chamuscamento" na ponta. Ocorrem, em primeiro lugar, nas folhas novas das plantas jovens, apresentando redução no crescimento e número de folhas (SHORROCKS,... 1979). BOLLE-JONES (1954), definiu as concentrações de 0,12%-0,14% de S como sendo o limite para folhas deficientes e de 0,18%-0,26% de S para folhas sadias.

Ao boro são atribuídas importantes funções relacionadas com a atividade dos meristemas e a translocação de carboidratos.

Plantas deficientes de boro apresentam ramificações laterais atrofiadas, folhas retorcidas, de tamanho reduzido e, as vezes, quebradiças (SHORROCKS, 1979). A seringueira é muito sensível ao suprimento de boro, sendo facilmente induzida sua toxidez que é caracterizada por manchas necróticas entre as nervuras das folhas, principalmente em torno da margem (SHORROCKS, 1979).

O ferro é um elemento necessário na síntese da clorofila e um dos constituintes de diversas enzimas ligadas a respiração e a outras oxidações biológicas.

A deficiência de ferro em seringueira tem sido pouco notada, ocorrendo somente em algumas áreas de condições alcalinas e ocorre normalmente junto com a toxidez de Mn (SHORROCKS; 1979). Os sintomas da deficiência traduz-se em clorose foliar generalizada. Os níveis críticos para folhas deficientes estão entre 65-104 ppm de Fe e para folhas sadias, entre 80-96 ppm de Fe, segundo BOLLE-JONES (1954).

O manganês é um dos constituintes de algumas enzimas responsáveis pelo processo respiratório e de síntese de proteínas e está intimamente ligado ao ferro na formação da clorofila (MALAVOLTA, 1980 e SHORROCKS, 1979).

PUSHPARAJAH & TANG (1972) obtiveram resultados positivos na adubação com manganês, quando o teor de Mn no solo era de 34ppm, enquanto que, onde o teor de Mn era de 60 ppm não houve resposta.

O principal sintoma de deficiência de Mn é um amarelecimento das folhas com faixa de tecido verde circundando a nervura principal, mediana e pequena redução no tamanho da folha (SHORROCKS, 1979). Segundo BOLLE-JONES (1954) o intervalo para folhas deficientes é de 9-14 ppm de Mn e para folhas sadias é de 13-68 ppm de Mn.

O zinco é essencial para a síntese do triptofano, que por sua vez é precursor do ácido indol-acético. A deficiência de Zn, normalmente resulta em nanismo da planta, desenvolvimento de folhas pequenas e pontas das raízes mal formadas (MALAVOLTA; 1980 e SHORROCKS 1979).

BOLLE-JONES (1957) constatou que a deficiência de Zn em plantas de seringueira resultou em menor crescimento, redução no diâmetro do tronco e redução também da matéria seca.

Segundo BERNIZ et alii (1980), o principal sintoma da carência de Zn em seringueira é a redução do tamanho dos internódios, com a formação de tufo terminais de folhas, com vários internódios, muito próximos uns dos outros e no mesmo plano. As folhas novas apresentam-se pequenas, estreitas e alongadas, e frequentemente a lâmina da folha torna-se torcida e ondulada. No caso de plantas jovens, os sintomas de deficiência aparecem nos últimos lançamentos, ao passo que para SHORROCKS (1979) em plantas adultas, com ramificação, os sintomas ocorrem somente nas folhas expostas ao sol. O limite para folhas deficientes foi estabelecido por BOLLE-JONES (1954) na concentração de 14 ppm de Zn e de 21 ppm de Zn para folhas sadias, em amostras compostas de folhas retiradas dos verticilos do ápice das plantas.

2.2. Considerações gerais sobre as micorrizas vesículo-arbusculares.

As micorrizas são associações de natureza mutualística, sem estágio patogênico, formadas por certos fungos de solo e raízes de plantas (GERDEMANN, 1968).

LEWIS (1975) classificou as micorrizas em ectomicorrizas, micorriza vesículo-arbuscular (MVA), micorrizas ericáceas, micorrizas arbutáceas e micorrizas orquidáceas. As ectomicorrizas podem ser detectadas visualmente pela observação do sistema radicular, que fica recoberto por um manto compacto, formado pelo micélio do fungo. A colonização interna se restringe a presença das hifas nos espaços intercelulares, formando a rede de Hartig. As orquidáceas são micorrizas que se associam com as orquídeas e são causadas por basidiomicetos, que na forma imperfeita recebem o nome genérico de Rhizoctonia;

não formam arbúsculos e nem vesículas, no entanto apresentam enovelamentos intracelulares de hifas, denominados pelotões.

As ericáceas se associam com plantas da família Ericaceae e são causadas por ascomicetos do gênero Pezizella e Elaphomyces, apresentando penetração intracelular tipo pelotão e não formam manto. As arbutáceas são associações do tipo ecto-endomicorrizas e ocorrem nos gêneros Arbustus e Artostaphilos, também da família Ericaceae, podendo formar manto e rede de Hartig.

A micorriza do tipo vesículo-arbuscular é a mais comum e amplamente dispersa, ocorrendo em plantas desde rizóides de Briófitas até a grande maioria das Angiospermas (GERDEMANN, 1968). As hifas do fungo se modificam e originam os arbúsculos, vesículas e esporos. Os arbúsculos, segundo Mosse (1931) são estruturas intracelulares efêmeras formadas por ramificação continuada de hifas, tomando grande parte do volume das células corticais e constituindo o sítio de trocas entre os dois organismos. Tanto as hifas externas como as internas podem dar origem as vesículas, que são estruturas de reserva que se formam nas extremidades das hifas.

A fase externa do fungo pode se estender por vários centímetros através do solo, aumentando a superfície de contato das raízes, sendo esse fato altamente importante na nutrição de plantas, visto que aumenta a área de absorção pelas raízes, principalmente de nutrientes com baixa mobilidade no solo, como o fósforo e alguns micronutrientes (SANDERS & TINKER, 1971 e 1973).

2.3. MICORRIZAS EM PLANTAS PERENES

No Brasil, a pesquisa sobre efeitos de inoculação de fungos micorrízicos V.A. sobre o crescimento de plantas, só apartir de 1960 vem ganhando vulto, principalmente em plantas perenes.

No cacaueiro, EZETA & SANTOS (1981) mostraram altas taxas de infecção radicular com Gigaspora margarita, ocasionando uma absorção total de nutrientes duas vezes maior que com outras espécies de fungos testados.

No cafeeiro, LOPES et alii (1983), demonstraram que Gigaspora margarita foi a espécie mais eficiente em aumentar a matéria seca da parte aérea e das raízes, bem como, o teor de fósforo das mudas colhidas nove meses após a inoculação.

ANTUNES et alii (1985), com a finalidade de observar o efeito da associação micorrízica V.A. na

produção de mudas de café em casa-de-vegetação em diferentes solos, inocularam os fungos Glomus leptoticum, Glomus macrocarpum, Gigaspora margarita e Gigaspora heterogama e observaram que o sistema fungo-planta se comporta de forma diferente nos solos empregados, sendo que os fungos Gigaspora margarita seguido, do Glomus leptoticum foram os mais eficientes em aumentar o peso da matéria seca e teor de P e K na parte aérea.

ZAMBOLIM & PINTO (1985), estudando o comportamento de diferentes porta-enxertos de citros, inoculados com uma mistura de fungos dos gêneros Glomus e Acaulospora, determinaram grande incremento no crescimento tanto da parte aérea quanto do sistema radicular para todos os porta-enxertos, principalmente para o limão cravo, o mais usado na citricultura.

Ainda em porta-enxertos de citros, CARDOSO et alii (1986), concluíram que fungos micorrízicos V. A. afetaram significativamente o desenvolvimento das plantas, nos primeiros meses de crescimento, tendo causado incrementos de 500% na altura e de 1.680% na produção de matéria seca da parte aérea da planta, tendo sobressaído os fungos MVA Gigaspora gilmorei e Glomus leptoticum

2.4. MICORRIZA EM SERINGUEIRA

No Brasil, são poucos os trabalhos de pesquisa sobre efeitos de micorriza em seringueira. A primeira informação sobre infecção de raízes de seringueira foi citada por St.JOHN (1980), no Estado da Bahia.

Mais recentemente, ainda a nível de ocorrência, MAIA & TRUFEM (1986), verificaram, algumas espécies de fungos micorrízicos, como Acaulospora scrobiculata, Trappe; Acaulospora spinosa, Walter & Trappe; Gigaspora nigra, Redhead; Gigaspora pellucida, Nicol & Schenck; Glomus clairodeum; Schenck & Smith; Glomus fulvum (Berk & Br.) Gerd & Trappe; Glomus macrocarpum, Turk & Tul e Sclerocistis coremioides, Berk & Br., associados com raízes de seringueira em solos da zona da mata de Pernambuco.

A nível de inoculação, BONONI & BARBOSA (1986), após verificarem infecção de fungos micorrízicos V.A. em plantas de seringueira com 3 a 4 anos de idade, instalaram um experimento em campo, na região de Mogi-Guaçu, no Estado de São Paulo, utilizando inóculos constituídos de: a) esporos; b) raízes infectadas de Centrosema spp. e c) raízes infectadas de plantas nativas de cerrado. Os esporos e raízes infectadas se referem a fun-

gos micorrízicos de população nativa do solo. Observações feitas até o período de um mês, não mostram variações visuais marcantes entre os diferentes tratamentos.

LIMA et alii (1986), inocularam em plântulas de seringueira três espécies de fungos micorrízicos V.A., obtendo para Glomus clarum maior resposta no desenvolvimento das plantas e maiores teores de fósforo nos tecidos.

Nos principais países asiáticos produtores de borracha, a literatura existente sobre micorriza V.A. em seringueira, é escassa. WASTIE (1965) cita que o primeiro relatório completo sobre micorriza de seringueira foi feito por D'ANGREMOND & VAN HELL (1939)¹, que descreveram um endófito dentro do cortex de raízes finais de seringueira e sugeriram que essa infecção apresentava semelhanças com infecção por Rhizoctonia bataticola (Taub.) Butl.syn. Macrophomina phaseoli (Maubl.).

WASTIE (1965) cita ainda que outros trabalhos realizados pelo Institut National pour L'Etude Agronomique du Congo Belge e pelo Rubber Research Institute of Malasva também relataram que infecção micorrízica em seringueira é formada inicialmente por Rhizophagus e tipos de Rhizoctonia e posteriormente por tipos de Rhizophagus apenas.

Outros trabalhos foram realizados, como o de JAYARATNE (1982) no Sri Lanka e o de IKRAM & MAHMUD (1984) na Malásia, a nível de ocorrência, encontrando os generos Glomus, Gigaspora, Sclerocystis e Acaulospora, como os mais comuns encontrados em solos cultivados com seringueira.

¹D'ANGREMOND, A. & VAN HELL, W.F. Mycorrhiza varr Hevea brasiliensis Muell, Arg., Reimpresso de Versl. Ver. Proefst. Personell, Medan. 1939, p.1-16.

3 - MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação, no Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba - São Paulo.

3.1. PLANTA

Foram empregadas sementes de seringueira de clone RRIM 600, no estágio de pata-de-aranha, obtidas em uma sementeira de ripado com cinco centímetros de espessura de serragem curtida e terriço, pertencente ao Departamento de Fitotecnia da ESALQ.

3.2. SOLO

O solo utilizado foi uma Areia Quartzosa Série Ribeirão Claro, representativo no Estado de São Paulo, coletado na profundidade de 0-20cm.

As análises químicas e granulométricas foram realizadas pelo Departamento de Química da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" e os resultados encontram-se nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Análise química do solo Areia Quartzosa Série Ribeirão Claro.

pH	M.O.	PO ₄ ⁻³	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	H+Al	V%	Fe	Mn	Zn
meq/100ml de terra							ppm			
4,25	0,85	0,03	0,05	0,01	0,14	3,81	5	23,6	3,14	0,18

Extratores: P, K, Ca, Mg - Resina ; H + Al - Tampão S M P ;
Fe, Mn, Zn

Tabela 2. Análise granulométrica do solo Areia Quartzosa Série Ribeirão Claro.

Areia m.g.	Areia g.	Areia m.	Areia f.	Areia mf.	Areia t.	Limo	Argila
%							
0,1	1,3	20,6	59,6	9,2	90,8	1,2	8,0

mg. - muito grossa

g. - grossa

m. - média

f. - fina

mf. - muito fina

t. - total

3.3. FUNGO MICORRÍZICO VESÍCULO-ARBUSCULAR

Empregou-se a espécie de fungo micorrízico vesículo-arbuscular Gigaspora margarita, por ter-se mostrado eficiente para algumas plantas perenes nas condições brasileiras, como para o cacau (EZETA & SANTOS; 1981) e café (LOPES et alii, 1983).

3.4. UNIDADE EXPERIMENTAL

A unidade experimental (parcela) foi constituída de 1 planta por saco plástico de polietileno preto, medindo 16cm x 30cm, com capacidade para 5Kg de solo.

3.5. APARATO EXPERIMENTAL E DELINEAMENTO ESTATÍSTICO

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado num arranjo fatorial 3 x 2 com seis tratamentos e seis repetições, onde os tratamentos corresponderam a três doses de fósforo: 0,9; 1,8 e 2,7 de P_2O_5 / planta, aplicada em plantas não inoculadas e inoculadas. A fonte de fósforo foi o superfosfato triplo com 45% de P_2O_5 . Em ambos casos, o solo não foi esterilizado.

As doses de fósforo foram baseadas através de consulta na literatura sobre adubação de seringueira - em viveiro. A maioria dos trabalhos se referem a condições de campo, sendo que, em sacos plásticos, o único disponível, foi realizado por MORAES (1984), que utilizando uma dose de 4,5g/planta de P_2O_5 , equivalente a aproximadamente 16% da dose recomendada pelo sistema de produção de seringueira no Amazonas, obteve um rendimento de 82,7% de plantas aptas para enxertia verde aos sete meses de idade.

Assim, foram estabelecidas doses bem mais baixas do que aquela, considerando-se o possível efeito - da micorriza, cuja maior eficiência em promover o crescimento de plantas, se verifica em solos com baixas concentrações de fósforo.

3.6. ADUBAÇÃO BÁSICA

Em todos os tratamentos foi feita uma adubação básica de 0,5g/planta de N; 0,5g/planta de K_2O ; 1,4g/ planta de CaO ; 0,7g/planta de MgO ; 0,005g/ planta de B 0,005g/planta de Cu e 0,010g/planta de Zn.

As fontes dos nutrientes foram: para o nitrogênio, o sulfato de amonia com 20% de N; para o potássio, o cloreto de potássio com 60% de K_2O ; para o cálcio o calcário dolomítico com 26% de CaO ; para o magnésio, o calcário dolomítico com 18% de MgO ; para o boro, o borax com 11,9% de B; para o cobre, o sulfato de cobre com 18,4% de Cu; para o zinco, o sulfato de zinco com 17,8% de Zn.

A primeira adubação foi realizada um mês antes do plantio, misturando-se uniformemente aos 5Kg do solo do saco plástico, o total dos fertilizantes contendo o fósforo, de acordo com os tratamentos e os fertilizantes contendo Ca, Mg, B, Cu e Zn. O nitrogênio e o potássio foram parcelados em quatro vêzes, aplicados em cobertura, aos 30, 90, 150 e 210 dias após o plantio.

3.7. OBTENÇÃO DO INÓCULO

O solo-inóculo foi obtido em vasos de cultura de *Gigaspora margarita* contendo esporos e raízes de milho colonizadas. O solo utilizado para a produção do inóculo foi uma Areia Quartzosa - Série Robeirão Claro , previamente autoclavado. Foi feita uma contagem de esporos, tendo-se observado 150 esporos/100ml de solo-inóculo.

3.8. INOCULAÇÃO, INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DAS PLANTAS

A inoculação foi feita na ocasião do plantio, colocando-se 100ml de solo inóculo no fundo do orifício de plantio das sementes pré-germinadas.

O plantio foi realizado a uma profundidade de 2,5cm da superfície do solo, utilizando-se duas sementes por saco plástico. Dois meses após o plantio eliminou-se a planta menos desenvolvida.

Durante a condução do experimento evitou-se o contato do solo entre os sacos plásticos para evitar possíveis contaminações. A cada 20 dias, através de sorteios, os sacos plásticos foram trocados de posição na casa de vegetação. A irrigação foi feita com água de torneira, de maneira a manter o solo sempre úmido, aproximadamente à capacidade de campo do solo.

3.9. COLHEITA DO EXPERIMENTO

A colheita do experimento foi realizada 270 dias após o plantio, sendo antecedida pelas mensurações da altura total das plantas e diâmetro do caule à 5cm da superfície do solo. A colheita constou de: parte aérea, sistema radicular e uma amostra de solo homogeneizado. As plantas foram cortadas no colo, lavadas em água de torneira e em seguida em água destilada, colocadas em sacos de papel, devidamente identificadas e colocadas em estufa com circulação forçada de ar a 60°C, para secagem até peso constante. Após a secagem, foram pesadas e preparadas para análise química. As raízes foram retiradas dos sacos plásticos, colocadas em sacos de papel, devidamente identificados, lavados em água de torneira e colo-

cadadas em frascos contendo AFA (álcool-formolácido acético), para conservação das raízes. Uma amostra de 500g de solo foi retirada de cada saco plástico para avaliação do número de esporos produzidos no solo.

Nas amostras de folhas procedeu-se a determinação da concentração de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Fe, Mn, e Zn, de acordo com os métodos descritos por SARRUGE & HAAG (1974). A determinação da infecção micorrízica do sistema radicular foi realizada pelo clareamento e posterior coloração das raízes, segundo os métodos descritos por PHILLIPS & HAYMAN (1970) e BRUNDRETT et alii (1983), com as adaptações abaixo descritas, considerando o fato de que esses métodos, isoladamente, não foram eficientes para seringueira, ao contrário do observado para cultura de ciclo curto, que apresentam um sistema radicular constituído principalmente por raízes finas e claras, enquanto que as raízes de seringueira aos 9 meses de idade, já apresentam raízes bem mais grossas e escuras, necessitando, portanto, de um clareamento mais enérgico. Os procedimentos adotados foram os seguintes: 1 - As raízes foram lavadas abundantemente em água de torneira para remover o excesso de AFA; 2 - Transferidas para frasco resistente à autoclave, em uma solução de KOH a 10%; 3 - Clareadas em autoclave durante 15 minutos a 121°C; 4 - Após a autoclavagem, as raízes foram lavadas abundantemente em água destilada para retirar o excesso de KOH; 5 - Adicionou-se uma solução de HCl a 5%, permanecendo a temperatura ambiente por 5 minutos; 6 - O ácido foi retirado e as raízes imersas no corante azul de tripiano a 0,05%; 7 - As raízes foram aquecidas a 90°C em banho maria por 15 minutos; 8 - Após o aquecimento, o corante foi retirado e as raízes guardadas em lactoglicerol. A avaliação da infecção micorrízica foi feita segundo o método descrito

por GIOVANNETTI & MOSSE (1980).

A estimativa do número de esporos do solo foi realizada de acordo com o método descrito por GERDEMANN & NICOLSON (1963).

3.10. COLONIZAÇÃO DE RAÍZES DE SERINGUEIRA - ISOLOMENTO DE RHIZOCTONIA

O isolamento foi realizado em meio de cultura agár-água a 15% e acidificado a pH 4,8. Após solidificado, deixou-se as placas em capela de fluxo de lamina, sem as devidas tampas para que não houvesse umidade sobre a superfície do meio. Em seguida, quatro gotas de uma solução de Streptomicina e Tetraciclina a 20%, foram colocadas em partes equidistantes da placa; deixou-se difundir os antibioticos no meio e introduziu-se em cada ponto um segmento de 2mm de raízes de seringueira lavada em água corrente. Após 48 horas observou-se ao microscópio, estruturas típicas do fungo Rhizoctonia, que foi posteriormente repicado para meio BDA (batata - dextrose ágar), para melhor observação, sendo confirmada a sua identificação visto que, somente Rhizoctonia cresceu nos segmentos das raízes.

3.11. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foram feitas as análises de variância pelo Teste F para todas as variáveis avaliadas, bem como , comparações entre médias pelo Teste de Tukey, onde houve significância estatística.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. INFECÇÃO DE RAÍZES

A inoculação em plântulas de seringueira foi realizada utilizando-se o fungo endomicorrízico vesículo-arbuscular Gigaspora margarita. Entretanto, a análise das raízes mostraram um fungo com hifas septadas intensamente gemuladas, sem a presença de arbúsculos e/ou vesículas, porém, com enovelamentos. Essas características são típicas do gênero Rhizoctonia. Posteriormente, a partir de plântulas de seringueira em viveiro, isolou-se fungo de gênero Rizoctonia, conforme descrito em materiais e métodos, confirmando-se que este pode colonizar raízes de seringueira.

A Rhizoctonia é considerada patogênica para grande variedade de plantas superiores. No caso do presente trabalho, entretanto, não se observaram sintomas de podridão de raízes e, além disso, ocorreu maior desenvolvimento de mudas com maior grau de colonização por este fungo. Provavelmente os propágulos desse fungo já existiam no solo utilizado no experimento ou as sementes já vieram contaminadas da sementeira onde foram pré-germinadas. A probabilidade desse fungo ter sido introduzido junto com o inóculo do fungo micorrízico G.margarita

ta é muito pequena, visto que, a infecção de raízes foi constatada em todos os tratamentos mesmo nos controles sem inoculação, entretanto, o nível de infecção de raízes, foi maior nos tratamentos inoculados com G.margari
ta.

O não estabelecimento de Gigaspora marga
rita no sistema radicular da seringueira pode ter sido devido a várias causas. Talvez esse gênero tenha pouca afinidade com a seringueira, visto que, alguns levantamentos sobre colonização de fungos micorrízicos nessa cultura (WAIDYAMATHA, 1980; JAYARATME, 1982; IKRAM & MAHMUD, 1984; MAIA & TRUFEM, 1986), relatam maior ocorrência dos gêneros Glomus e Acaulospora. LIMA et alii (1986) inocularam em plantulas de seringueira, Glomus clarum, Glomus e
tunicatum e Acaulospora morrowae, obtendo para Glomus
clarum maior resposta no desenvolvimento das plantas e maiores teores de fósforo nas folhas. Por outro lado, pode ter ocorrido inibição na germinação de esporos ou colonização do fungo MVA, por Rhizoctonia, considerando que existem trabalhos relatando esse tipo de inibição. Por exemplo, ZAMBOLIM & SCHENK (1981), relataram que na presença de Macrophomina phaseoli; Rhizoctonia solani; e Fusarium solani, obtiveram considerável redução na colonização de Glomus mosseae em raízes de soja.

A ocorrência de Rhizoctonia sp., em associação com raízes de plantas produzindo efeitos benéficos, tem sido verificada em plantas da família Orquídeaceae. Esse efeito, presume-se, seja devido ao suprimento de carboidratos do fungo para a planta, resultando no seu maior crescimento, se houver celulose disponível no meio para o fungo infectante (SMITH, 1966).

Segundo Knudson¹ (1925), citado por SMITH (1966), mudas de orquídeas obtêm açúcares diretamente do meio atribuindo que qualquer estimulação de crescimento causada por Rhizoctonia; seja devido a ação de enzimas desse fungo na solubilização de carboidratos, aumentando a sua concentração na vizinhança das plantas, entretanto sem haver interferência do fungo na translocação para as mesmas. Essa hipótese não foi confirmada por SMITH (1966), que isolou várias espécies de Rhizoctonia de raízes de Dactylorhiza purpurella e observou que esses fungos, além de solubilizarem carboidratos, também os absorvem, juntamente com outros nutrientes, principalmente fósforo e os translocam para as hifas do fungo dentro dos tecidos de

KNUDSON¹, L. Physiological study of the symbiotic germination of orchid seeds. Bot. Gaz., 79 : 345, 1925.

mudas daquela espécie vegetal. Na discussão do trabalho o autor cita ainda que os fungos micorrízicos de orquídeas são hábeis para viver independentemente no solo, como parasitas ou saprófitas de outros organismos além das orquídeas.

Obviamente, a relação entre Rhizoctonia e seringueira não deve ser da mesma natureza como ocorre na associação entre esse fungo e orquídeas. Contudo, será visto nos próximos itens que as plantas dos tratamentos onde ocorreu maior infecção de raízes causada por Rhizoctonia sp., sobressaíram pelo maior crescimento e acúmulo de alguns nutrientes vegetais.

Sob esse aspecto seria possível especular que talvez a Rhizoctonia em casos de associação com plantas da família Euforbiaceae, possa atuar como elemento ampliador do sistema radicular, auxiliando na translocação de certos nutrientes minerais para as raízes, embora essa, hipótese tenha que ser melhor estudada antes de sua confirmação ou rejeição.

A presença de Rhizoctonia colonizando raízes de seringueira, foi relatada por D'ANGREMOND & VAN HELL (1939), citados por WASTIE (1965), que observaram a presença de um fungo dentro do cortex de raízes de serin

gueira e acharam que havia similaridade com infecção causada por Rhizoctonia bataticola (Taub.) Butl. syn. Macrophomina phaseoli (Maubl). WASTIE (1965) cita ainda que outros trabalhos realizados pelo Institut National pour L'Etude Agronomique du Congo Belge e Rubber Research Institut of Malasya também relataram que infecção micorrízica em seringueira é causada, inicialmente, por tipos de Rhizoctonia e de Rhizophagus, sendo que, no final, a infecção é típica de Rhizophagus sozinho. No entanto, todos os trabalhos citados não apresentaram dados sobre efeitos da infecção observada em relação a parâmetros de crescimento e absorção de nutrientes pelas plantas.

4.2. EFEITO DAS DOSES DE FÓSFORO SOBRE A INFECÇÃO DE RAÍZES POR RHIZOCTONIA SP.

A análise de variância encontra-se no quadro 1A e os resultados na Tabela 3.

TABELA 3 - Influência de doses de P sobre a infecção de raízes de seringueira. Piracicaba-SP, 1988.

Doses de P_2O_5 , g/planta	Infecção radicular		Média
	sem inoculação	com inoculação	
0,9	4 a	6 a	5,0
1,8	4 a	9 a	6,5
2,7	9 a	16 b	12,5
Média	5,6	10,3	8,0
C.V. = 29%			

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% do teste de Tukey.

Observa-se que houve efeito significativo do fósforo no aumento da infecção radicular e que o mesmo é verificado em doses mais elevadas de fósforo, visto que o maior porcentual de infecção foi registrado na dose 2,7g/planta de P_2O_5 .

Devido ao limitado número de doses de fósforo empregadas não foi possível avaliar o limite em que esse elemento torna-se inibitório ao desenvolvimento de Rhizoctonia sp na infecção de raízes de seringueira. Para fungos micorrízicos vesículo-arbusculares, maiores porcentuais de infecção radicular, são verificados em solos deficientes ou adubados com baixas doses de fósforo (MOSSE, 1981; SIQUEIRA et alii, 1984 ; LAMBAIS, 1987).

4.3. EFEITO DAS DOSES DE FÓSFORO E DA INFECÇÃO DE RAÍZES SOBRE O DESENVOLVIMENTO DE SERINGUEIRA.

A análise de variância de altura de plantas, diâmetro do caule e peso da matéria seca encontra-se no Quadro 1A e os resultados são apresentados na Tabela 4.

TABELA 4 - Altura (AT), diâmetro do caule (DC) e peso da matéria seca da parte aérea (PMS) de mudas de seringueira em função da infecção de raízes e de diferentes doses de fósforo. Piracicaba- SP, 1988.

Doses de P_2O_5 g/planta	sem inoculação			com inoculação			média	
	AT(cm)	DC(cm)	PMS (g)	AT(cm)	DC(cm)	PMS(g)	AT	DC
0,9	75,00 a	0,57 a	12,05 a	75,92 a	0,57 a	12,37 a	75,46	0,57
1,8	76,92 a	0,56 a	12,68 a	81,25 a	0,56 a	13,22 a	79,08	0,56
2,7	76,83 a	0,58 a	15,33 a	102,17 b	0,66 b	21,72 b	89,50	0,62
Média	76,25	0,57	13,35	86,44	0,60	15,77	81,35	0,58
C.V.	16%	9%	24%					

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% do teste de Tukey.

Observa-se que nos tratamentos sem inoculação, em que foram registrados baixos percentuais de infecção radicular por Rhizoctonia sp., o fósforo não produziu efeitos significativos sobre o desenvolvimento das plantas em altura, diâmetro e peso da matéria seca da parte aérea, sendo o contrário observado para os tratamentos com inoculação, em que a infecção radicular foi maior. Entretanto, verifica-se que houve uma interação entre a infecção radicular e doses de fósforo, visto que o efeito positivo somente foi registrado na maior dose, ou seja, 2,7g/planta de P_2O_5 . Esses resultados sugerem a possibilidade de que em doses de fósforo maiores do que 2,7g/planta de P_2O_5 , poder-se-ia obter maior infecção radicular por Rhizoctonia sp., como mostrado na Tabela 3, bem como, maior desenvolvimento de mudas de seringueira, considerando-se a interação positiva entre esses dois fatores.

Verifica-se que os resultados médios na maior dose de P foram: 89,50cm para altura de plantas; de 0,62cm para diâmetro do caule e de 18,52g de peso seco da parte aérea, bem inferiores, se comparados com outros resultados de adubação de seringueira, nos quais foram avaliadas diferentes doses de fósforo.

A maioria dos trabalhos sobre adubação de viveiro de seringueira, foi realizada em condições de campo, por isso, a comparação desses resultados com os obtidos em condições de saco plástico, dá apenas uma tendência da resposta das plantas aos tratamentos empregados, em ambas condições.

Em condições de campo, RIBEIRO (1979) trabalhando em Latossolo Amarelo textura argilosa, no Estado de Rondônia, obteve na dose de 6,0g/planta de P_2O_5 , altura de plantas de seringueira com 211cm e diâmetro do caule com 2,2cm, aos 10 meses de idade das plantas. Em Latossolo Amarelo textura média, no Pará, VIÉGAS (1985), na dose de 3,5g/planta de P_2O_5 , obteve 122,11 cm para altura de plantas; 1,29cm para diâmetro do caule e 93,72 g para peso da matéria seca da parte aérea, aos 220 dias de idade das plantas. ALVES (1987), em Latossolo Amarelo textura argilosa no Amapá, obteve na dose de 3,2g/planta de P_2O_5 , altura média de plantas de 1,65cm e 1,63 de diâmetro do caule, aos 11 meses de idade das plantas.

MORAES (1984) em condições de saco plástico, e utilizando Latossolo Amarelo textura argilosa, obteve na dose 4,5g/planta de P_2O_5 , um rendimento de 82,7% de plantas aptas para enxertia verde, com 1,5cm de diâmetro do caule aos sete meses de idade das plantas.

O maior desenvolvimento de plantas observados nesses trabalhos, é provavelmente justificado, tanto pelas maiores doses de fósforo usadas como pelas características do próprio solo utilizado, principalmente quanto ao maior teor de argila nelas contido, que confere ao solo maior capacidade de troca de cátions e por conseguinte, maior retenção e disponibilidade de nutrientes.

Acredita-se que na Areia Quartzosa utilizada no presente experimento esta situação seja menos favorecida. Esse aspecto pode ainda ser considerado, visto que, PEREIRA et alii (1986), aos 8 meses de idade das plantas, em Latossolo Amarelo textura muito argilosa, no Amazonas, usando dose mais baixa de fósforo (1,6g/planta de P_2O_5), obteve 1,26cm para altura de plantas e 1,36cm para diâmetro do caule, resultados esses, superiores aos obtidos no presente experimento, sendo a razão, provavelmente, devido ao solo utilizado.

4.4. EFEITO DAS DOSES DE FÓSFORO E DA INFECÇÃO RADICULAR SOBRE O TEOR NAS FOLHAS E ABSORÇÃO TOTAL DE MACRONUTRIENTES E MICRONUTRIENTES.

A análise de variância para o teor foliar e absorção total de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxôfre encontram-se nos Quadros 2A e 4A e de boro, ferro, manganês e zinco, nos Quadros 3A e 5A.

4.4.1. NITROGÊNIO

Os resultados sobre o teor de nitrogênio nas folhas são apresentados na tabela 5.

Observa-se que a infecção de raízes, bem como, as doses de fósforo não tiveram influência no teor foliar de nitrogênio. Entretanto, o desdobramento do efeito da infecção radicular por Rhizoctonia sp. verificada nas plantas do tratamento com inoculação dentro da dose 2,7g planta de P_2O_5 , (Quadro 2A), mostrou efeito negativo na concentração de nitrogênio. Por outro lado, a diminuição na concentração de N, pode ter sido devida ao efeito de diluição do mesmo na planta, visto que, a sua absorção total pelas plantas (Quadros 6A e 8A) foi maior na citada dose de P, ao passo que, a infecção radicular nos tratamentos de Inoculação não mostrou efeito algum, como ilustrado na Figura 1. Os teores médios de N estão abaixo dos limites (2,60 - 2,70%) estabelecidos por BOLLE-JONES (1954) para plantas de seringueira deficientes nesse elemento, sendo confirmado visualmente por uma clorose generalizada nas folhas.

Diversas pesquisas sobre adubação de seringueira, não têm constatado efeitos do fósforo sobre a absorção de nitrogênio, sendo que, quanto às micorrizas, esse efeito quando presente, é indireto, atribuído ao maior crescimento das plantas devido ao efeito do fósforo.

4.4.2. FÓSFORO

Os resultados sobre o teor de fósforo nas folhas estão mostrados na Tabela 5.

TABELA 5 - Teor de macronutrientes (%) em folhas de seringueira, em função da infecção radicular e de diferentes doses de fósforo. Piracicaba, SP. 1988.

Doses de P ₂ O ₅ (g/planta)	sem inoculação					com inoculação					Média				
	N	P	K	Ca	Mg	S	N	P	K	Ca	Mg	S	N	P	K
0,9	2,44	0,09	1,18	0,95	0,92	0,18	2,53	0,10	1,33	0,98	0,53	0,19	2,49a	0,10a	1,26a
1,8	2,66	0,15	1,02	0,96	0,48	0,26	2,66	0,14	1,16	0,94	0,53	0,25	2,66a	0,15b	1,09ab
2,7	2,83	0,18	1,07	0,90	0,46	0,24	2,32	0,19	0,95	1,18	0,55	0,24	2,57a	0,19c	1,01b
Média	2,64a	0,14a	1,09a	0,94a	0,48a	0,23a	2,50a	0,14a	1,15a	1,03a	0,54a	0,23a	2,57	0,14	1,12
C.V.=	11%	20%	20%	16%	18%	16%									

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% do Teste de Tukey.

Figura 1 . Absorção total de N por mudas de seringueira em função de diferentes doses de fósforo e da infecção fúngica da raiz.

Observa-se que a infecção radicular não influenciou o teor de fósforo nas folhas, ao contrário das doses de fósforo, que tiveram efeito significativo no aumento do teor desse nutriente nas folhas. Doses crescentes de P no solo, aumentando o seu teor em folhas de seringueira, são mostradas em várias pesquisas (PUSHPARAJAH, 1969; YOGARATNAM & KARUNARATNE, 1972; ALVES, 1987).

O aumento do teor foliar de fósforo devido a colonização de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares em raízes de plantas, é citado em vários trabalhos de pesquisa (PARADA 1984; CARDOSO et alii, 1986; KATO 1987; LAMBAIS, 1987; ANTUNES, 1987). Em seringueira, LIMA e alii (1986) mostrou que a infecção radicular de seringueira causada por Glomus clarum foi acompanhada de aumento na absorção de fósforo pelas plantas.

O teor de 0,19% de P, obtido na dose 2,7g - planta de P_2O_5 , encontra-se dentro dos limites (0,16-0,23%) estabelecidos por BOLLE-JONES (1954) para plantas sadias de seringueira. Enquanto que os teores nas doses mais baixas estão abaixo daqueles limites, sem entretanto, apresentarem sintomas de deficiência.

Ocorrência semelhante foi mostrada por VIEGAS (1985), que encontrou teor foliar de 0,13% de P na dose 3,5g planta de P_2O_5 e 0,14% de P na dose 7,9g/planta de P_2O_5 , no entanto, as folhas não apresentaram sintomas visuais de deficiência. Os baixos teores de fósforo obtidos, possivelmente, foram devido ao efeito da adubação nitrogenada usada por aquele autor, semelhante como verificado por TUTI-WARSITO & ANGKAPRADIPTA (1974), ao passo que, no presente trabalho, leva-se a crer que foram devido as baixas doses de fósforo aplicadas.

Nos Quadros 6A e 8A, verifica-se que a absorção total de fósforo pelas plantas foi favorecida pela aplicação de doses crescentes de P_2O_5 ao solo e pela infecção radicular nos tratamentos de inoculação, principalmente na dose 2,7g/planta de P_2O_5 , como mostrado na Figura 2. Nota-se que esses resultados em relação ao efeito da infecção radicular, diferem dos obtidos em termos de concentração de P nas folhas, em que não foi verificado efeito significativo da infecção de raízes. Aumento na absorção de fósforo devido a infecção de raízes por Rhizoctonia sp.,

Figura 2 - Absorção total de P por mudas de seringueira em função de diferentes doses de fósforo e da infecção fúngica da raiz.

é registrado na literatura para plantas da família Orquidáceas , entretanto, o efeito observado em seringueira, nesta pesquisa, mostra que é possível a ocorrência desse fenômeno em outras plantas além das orquídeas, como citado por SMITH (1966).

4.4.3. POTÁSSIO

Os resultados sobre o teor de potássio nas folhas encontram-se na tabela 5.

Observa-se que a infecção radicular não influenciou o teor de potássio nas folhas, sendo que, as doses de fósforo diminuíram a sua concentração. Os teores de K apesar de terem diminuído, encontram-se dentro dos limites (1,00 - 1,40%) para folhas sadias de seringueira estabelecidos por BOLLE-JONES (1954). Efeitos da aplicação de fósforo induzindo diminuição na absorção de potássio de seringueira foram relatados por vários autores (TUTI-WARSITO & ANGRAPRADIPTA, 1974; VIÉGAS, 1985; ALVES, 1987).

VIÉGAS et alii (1987) observou, em dendê , o mesmo efeito depressivo nos teores de potássio nas folhas devido a aplicação de doses crescentes de fósforo e concluiu que houve antagonismo entre potássio e cálcio, este contido no superfosfato triplo usado como fonte de fósforo. Em seringueira, PUSHPARAJAH (1969) e YOGARATNAM & KARUNARATNE (1972) não verificaram esse comportamento com o uso de fósforo de rocha, assim, é possível que o mesmo só ocorre quando é usada uma fonte de P prontamente solúvel, como o superfosfato triplo.

Não houve efeito significativo das doses de fósforo e da infecção radicular nos tratamentos de inoculação, (Quadros 6A e 8A) sobre a absorção total de K pelas plantas. A Figura 3 mostra um ligeiro aumento (sem significância estatística) de absorção na maior dose de fósforo, indicando assim, que a diminuição da concentração de potássio nas folhas foi devida ao efeito de diluição do mesmo na planta.

4.4.4. CÁLCIO

Os resultados sobre o teor de cálcio nas folhas são apresentados na Tabela 5.

Observa-se que não houve efeito significativo da infecção radicular e das doses de fósforo sobre o teor de cálcio nas folhas.

Figura 3 - Absorção total de K por mudas de seringueira em função de diferentes doses de fósforo e da infecção fúngica da raiz.

Os teores de cálcio encontram-se acima dos limites para folhas sadias de seringueira (0,76 - 0,82%) estabelecidos por BOLLE-JONES (1954).

Os quadros 6A e 8A mostram que a absorção total de cálcio pelas plantas foi influenciada positivamente tanto pelas doses de fósforo como pela infecção radicular verificada no tratamento com inoculação dentro da maior dose de fósforo; Esses efeitos são melhor ilustrados na Figura 4.

4.4.5. MAGNÉSIO

Os resultados sobre o teor de magnésio nas folhas estão mostrados na Tabela 5.

Observa-se que não houve efeito significativo da infecção radicular e doses de fósforo sobre o teor de Mg nas folhas. Em relação ao fósforo, esse comportamento concorda com os verificados em outras pesquisas (TUTI-WARSITO) & ANGKAPRA DIPTA, 1974 e YOGARATNAM & KARUNARATNE, 1972) e difere do encontrado por ALVES (1987) que obteve resposta linear positiva para doses crescentes de fósforo e difere também de PUSHPARAJAH (1969) e BOLTON & SHORROCKS (1961), que obtiveram efeito contrário ao de ALVES (1987).

Os teores de Mg nas folhas, à semelhança do cálcio, estão bem acima dos limites (0,17 - 0,24%) para folhas sadias de seringueira, estabelecidos por BOLLE-JONES (1954). Os altos teores de Ca e Mg nas folhas, foram provavelmente devido ao suprimento desses nutrientes através da aplicação de calcário dolomítico na adubação das plantas em todos os tratamentos.

As doses de fósforo e a infecção radicular verificada nos tratamentos de inoculação aumentaram a absorção, total de Mg pelas plantas, (Quadros 6A e 8A) principalmente na dose de 2,7g/planta de P_2O_5 , como mostrado na Figura 5. Nota-se que esses resultados diferem dos obtidos em termos de concentração desse nutriente nas folhas.

4.4.6. ENXOFRE

Os resultados sobre o teor de enxofre, nas folhas encontram-se na Tabela 5.

Figura 4 - Absorção total de Ca por mudas de seringueira em função de diferentes doses de fósforo e da infecção fúngica da raiz.

Figura 5 - Absorção total de Mg por mudas de seringueira em função de diferentes doses de fósforo e da infecção fúngica da raiz.

Observa-se que a infecção radicular não influenciou o teor de S nas folhas, entretanto as doses de fósforo agiram positivamente até a dose de 1,8g/planta P_2O_5 , diminuindo não significativamente desta para o dose de 2,7g/planta de P_2O_5 . Efeito de fósforo diminuindo a concentração de S em folhas de seringueira foi encontrado por VIÉGAS (1985).

Os teores de S encontram-se dentro dos limites (0,18 - 0,26%) para folhas sadias de seringueira estabelecidos por BOLLE-JONES (1954).

Com relação à absorção total de S pelas plantas, os Quadros 6A e 8A, mostram um efeito linear positivo na absorção em relação ao emprego das doses crescentes de fósforo, sendo que a infecção radicular nos tratamentos com inoculação, principalmente na dose 2,7g/planta de P_2O_5 , aumentou a absorção total de S, porém, sem significância estatística. Esses resultados ilustrados na Figura 6, indicam que a diminuição verificada em termos de concentração desse nutriente nas folhas foi devida ao efeito de diluição do mesmo na planta.

4.4.7. BORO

Os resultados sobre o teor de Boro nas folhas são mostrados na Tabela 6.

Tabela 6 - Teor de Boro (ppm) em folhas de seringueira em função da infecção radicular e de diferentes doses de fósforo. Piracicaba- SP, 1988.

Doses de P_2O_5 , g/ planta	Infecção radicular		Média
	sem inoculação	com inoculação	
0,9	260 a	814 bc	537
1,8	162 a	464 ac	313
2,7	199 a	970 b	584
Média	207	749	478

Observa-se que houve efeito significativo da infecção radicular e das doses de fósforo sobre o teor de B nas folhas. Os teores de B estão bem acima dos limites (7-181 ppm) para folhas sadias de seringueira, estabelecidos por BOLLE-JONES

Figura 6 - Absorção total de S por mudas de seringueira em função de diferentes doses de fósforo e da infecção fúngica da raiz.

(1954) e segundo BERGMAN¹ (1984) citado por HAAG et alii (1986), são tóxicos para as plantas visto que aquele autor definiu o nível crítico de toxicidade de 100 ppm de B nas folhas dessa cultura. HAAG et alii (1986) também encontrou níveis tóxicos de B para seringueira que variaram de 316 a 1300 ppm nas folhas, obtendo para o crescimento das plantas intervalos de 60 a 77 cm para altura; 0,45 a 0,57 cm para diâmetro do caule a 4,3 a 8,9g de matéria seca nos diversos órgãos da planta. Esses resultados se equivalem aos obtidos no presente experimento que foram apresentados e discutidos no item 4.3.

A toxidez de boro, além de inibir o desenvolvimento das plantas, foi observada visualmente nas mesmas, que apresentaram internódios curtos, folhas pequenas, com necrose nas margens de coloração branca ferruginosa, terminando por acentuada queda das mesmas. Esses sintomas foram semelhantes aos descritos por HAAG et alii (1986).

Verificou-se elevada absorção total de B pelas plantas, confirmando as concentrações tóxicas desse elemento encontradas nas folhas. Nota-se que os maiores níveis de absorção total foram devidos a infecção radicular nos tratamentos com inoculação, principalmente na maior dose de fósforo, visto através da diferença entre os desvios padrão das médias mostradas na Figura 7 e nos Quadros 7A e 9A.

LAMBERT et alii (1980) obteve resultados com infecção de raízes causada por fungos MVA em trevo vermelho e alfafa, mostrando que uma das consequências fisiológicas do bom suprimento de boro ao solo é o aumento na atividade micorrízica.

Essa relação entre boro e micorrízicas V.A. ; possivelmente ocorra também com infecção de raízes de seringueira causada por Rhizoctonia sp. como mostrado na Figura 7.

O suprimento de boro ao solo, foi decorrente da aplicação de 0,005g/kg de solo de boro, na adubação básica efetuada em todos os tratamentos por ocasião da instalação do experimento. Ressalva-se que não foi feita análise de boro no solo

BERGMAN¹, W. The significance of the micronutrient boro in agriculture. s.n.t. 26 p. Simposio apresentado pela Borax Corp. Berlin, 1984.

Figura 7 - Absorção total de B por mudas de seringueira em função de diferentes doses de fósforo e da infecção fúngica da raiz.

antes da adubação. A quantidade aplicada desse elemento corresponde a uma concentração de 1 ppm de B no solo, que, segundo HAGAG et alii (1986), é excessiva, visto que, concentrações no meio externo a partir de 0,5 ppm, já apresentam condições de toxicidade.

4.4.8. FERRO, MANGANÊS E ZINCO

Os resultados sobre o teor desses micronutrientes nas folhas, são apresentados na Tabela 7.

TABELA 7 - Teor de ferro (ppm), manganês (ppm) e zinco (ppm), em folhas de seringueira em função da infecção radicular e de diferentes doses de fósforo. Piracicaba - SP, 1988.

Doses de P ₂ O ₅ , g/ planta	Infecção radicular					
	sem inoculação			com inoculação		
	Fe	Mn	Zn	Fe	Mn	Zn
0,9	225	135	35	336	174	67
1,8	437	227	59	308	146	62
2,7	361	158	43	373	146	48

C.V.= Fe=35%; Mn=39%; Zn=42%.

A análise de variância não evidenciou efeito significativo da infecção radicular e das doses de fósforo sobre o teor desses micronutrientes em folhas de seringueira.

Em relação ao fósforo, esses comportamentos, concordam com os observados por ALVES (1987), excetuando-se o zinco, cujo teor foliar foi reduzido devido a aplicação de doses crescentes de fósforo no solo.

Os teores desses micronutrientes encontram-se acima dos limites para folhas sadias de seringueira, estabelecidos por BOLLE-JONES (1954), que são: 80-86 ppm para o ferro ; 16-38 ppm para o manganês e segundo BOLLE-JONES (1957), de 35-67 ppm para o zinco. Não foram observados sintomas visuais de toxicidade para nenhum desses nutrientes.

As Figuras 8, 9 e 10 mostram que a infecção, radicular nos tratamentos inoculados não causou aumento significativo na absorção total desses micronutrientes pelas plantas ,

Figura 8 - Absorção total de Fe por mudas de seringueira em função de diferentes doses de fósforo e da infecção fúngica da raiz.

Figura 9 - Absorção total de Mn por mudas de seringueira em função de diferentes doses de fósforo e da infecção fúngica da raiz.

Figura 10 - Absorção total de Zn por mudas de seringueira em função de diferentes doses de fósforo e da infecção fúngica da raiz.

assim como, as doses crescentes de fósforo, excetuando-se o ferro, que teve sua absorção aumentada significativamente na dose, 2,7g/planta de P_2O_5 , como mostrado no Quadro 7A.

No capítulo 1 deste trabalho, foi levantada a hipótese de que com baixas doses de fósforo aplicadas no solo, plantas de seringueira, em associação com fungos micorrízicos vesículo-arbusculares, teriam um bom desenvolvimento, através do efeito desses fungos em aumentar a área de absorção de nutrientes pelas raízes, principalmente de fósforo, sendo essa a razão do emprego de doses menores do que as recomendadas, tanto por órgãos oficiais (Sistemas de Produção) como por trabalho de pesquisa no qual se considerou para efeito de comparação, a dose de 4,5g/planta de P_2O_5 , utilizada por MORAES (1984) em condições de sacos plásticos.

Um grande número de pesquisas têm revelado a importância dessa simbiose em promover maior crescimento de plantas, como verificado nas revisões de MOSSE (1981) e LOPES et alii (1983). No entanto, foi discutido no item 4.1. que o fungo MVA inoculado não se estabeleceu e a infecção de raízes foi possivelmente devida a um fungo do gênero Rhizoctonia. Apesar da análise estatística ter evidenciado efeito positivo dessa infecção sobre altura de plantas e peso da matéria seca da parte aérea, o mesmo não atingiu patamares pretendidos pela hipótese levantada em relação aos fungos MVA. É provável que tenha ocorrido uma interação entre o solo utilizado e o fungo infectante, visto que, os resultados apresentados na Tabela 3, mostram que o percentual de infecção de raízes foi baixo, sendo portanto insuficiente para promover o efeito esperado. Além disso houve a participação em maior grau, de outro fator para a não confirmação da hipótese, que foi a toxidez de boro, observada visualmente nas plantas e determinada na análise das folhas.

No presente experimento não houve estabelecimento do fungo MVA, por motivos desconhecidos, porém talvez incluindo os fatores aqui discutidos é possível que as interações, entre as baixas doses de fósforo, o solo utilizado e a toxidez de boro, impossibilitaram a confirmação da hipótese levantada no início desse trabalho. Apesar disso, a infecção de raízes de seringueiras por Rhizoctonia sp., mesmo não sendo planejada, ocorreu

expontaneamente, e mesmo em baixos percentuais de infecção radicular mostrou efeitos favoráveis no crescimento das plantas e absorção total de alguns nutrientes.

Acredita-se que modificando-se algumas variáveis, como por exemplo, o fungo inoculado, doses de fósforo mais abrangentes e outros tipos de solos, os resultados poderiam ser os inicialmente esperados. O fungo a ser inoculado seria uma espécie do gênero Rhizoctonia, de preferência a isolada na presente pesquisa e que deveria ser identificada a nível de espécie e ré-inoculada em condições de solo e planta esterilizadas, para que os efeitos de Rhizoctonia como micorriza de seringueira ou de outras plantas diferentes de orquídeas, sejam avaliados, confirmados ou rejeitados, em relação aos efeitos benéficos obtidos nas condições em que esta pesquisa foi realizada.

Seria também de interesse, pesquisar o efeito de Gigaspora margarita na invasão das raízes por Rhizoctonia sp. Talvez a presença de esporos e hifas de G. margarita, além de raízes infectadas e solo rizosférico, que constituíram o inóculo do fungo MVA utilizado tenha induzido condições mais favoráveis a penetração e colonização por Rhizoctonia sp.

5 - CONCLUSÕES

A aplicação de doses crescentes de fósforo :

- . Aumentou o crescimento em altura e diâmetro das plantas e o peso da matéria seca da parte aérea;
- . Aumentou o teor foliar de P, S e B;
- . Não influenciou no teor foliar de N, Ca, Mg, Fe, Mn e Zn;
- . Diminuiu o teor foliar de K;
- . Aumentou a absorção total de N, P, Ca, Mg, S, B e Fe;
- . Não influenciou na absorção total de K, Mn e Zn;
- . A maior dose de P, ou seja 2,7g/planta de P_2O_5 favoreceu maior infecção radicular por Rhizoctonia sp.

A infecção radicular de mudas de seringueira por Rhizoctonia sp.:

- . Favoreceu maior crescimento das plantas em altura, diâmetro e aumentou o peso da matéria seca da parte aérea dentro da dose 2,7g/planta de P_2O_5 ;
- . Não influenciou no teor foliar de P, K, Mg, S, Fe, Mn e Zn;
- . Aumentou o teor foliar de Ca, B e diminuiu o de N na dose 2,7g/planta de P_2O_5 ;
- . Aumentou a absorção total de P, Ca, Mg e B;
- . Não influenciou na absorção total de N, K, S, Fe, Mn e Zn pelas plantas.

O suprimento de boro ao solo, na concentração de 1 ppm, induziu condições de toxicidade, inibindo o cres-cimento das plantas.

6 - LITERATURA CITADA

ALVES, R.N.B. Níveis de nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio para produção de porta-enxerto de seringueira (Hevea spp.) no Amapá. Lavras, 1987. 79p. (M.S.-Escola Superior de Agricultura de Lavras/MG).

ALVIM, P. de T.; MACHADO, A.D. & GRANGIER, JR. A. Alguns estudos sobre as reações de água, solos e crescimento do cacaueiro. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE PESQUISAS EM CACAU, 2. Itabuna, Bahia. 1967. Memórias ... Itabuna, CEPEC, 1969.p. 316-24.

ANTUNES, V. Influência de diferentes fontes de fósforos na eficiência da associação micorrízica vesículo-arbuscular em Limão Cravo (Citros Monia OSBECK). Piracicaba, 1987. 98p. (M.S. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/SP).

ANTUNES, V., SILVEIRA, A.P.D. & CARDOSO, E.J.B.N. Efeito de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares na obtenção de mudas de café (Coffea arabica), em diferentes solos. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 1. La

bras, 1985. Anais ... Lavras, ESAL, 1986. p.143.

BARROW, N.J.; MALAJCZUCK, N. & SHAW, T.C. A direct test of the ability of vesicular-arbuscular Mycorrhiza to help plants take up fixed soil phosphate. New Phytologist, 78 (21): 269-76, 1976.

BERNIZ, J.M.J.; VIÉGAS, I. de J.M. & BUENO, N. Deficiencia de zinco, boro e cobre em seringueira. Manaus, EMBRAPA- NPSP, 1980. 21p. (Circular Técnica, 1).

BOLLE-JONES, F.W. Nutrition of Hevea brasiliensis. II . Effect of nutrient deficiencies on growth, chlorophyll, rubber and mineral contents of Tjirandjil seedlings . J.Rubb. Res. Inst.Malasya, Kuala Lumpur, 12: 209.1954

BOLLE-JONES, F.W. Zinc: effects on the growth and composition of Hevea. J.Rubb. Res. Inst.Malasya. Kuala Lumpur, 15 (3): 159-67, 1957.

BOLTON, J. & SHORROCKS, V.M. The effect of magnésium limestone and other fertilizers on a mature planting of Hevea brasiliensis . J.Rubb.Res. Inst.Malasya, Kuala Lumpur, 17 (2): 31-9, 1961.

BONONI, V.L.R. & BARBOSA, L.M. Micorriza em seringueira.

In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 1. Lavras ,
1985. Anais ... Lavras, ESAL, 1986. p.144.

BOWEN, G.D. Mycorrhizal roles in tropical plants and
ecosystems. In: MIKOLA; P., ed. Tropical mycorrhiza
research . Oxford, Oxford University. 1980, p165-90.

BRUNDRETT, M.C.; PICHE, Y. & PETERSON, R.L. A new method
for observing the morphology of vesicular-arbuscular
mycorrhizal. Can. J. Bot. 62: 2128-34, 1984.

CARDOSO, E.J.B.N.; ANTUNES, V.; SILVEIRA, A.P.D. & OLIVEIRA, M.H.A. Eficiência de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares em porta-enxerto de citros. Rev. Bras. Ci. Solo, 10:25-30, 1986.

EPSTEIN, E. Nutrição Mineral das Plantas; princípios e
perspectivas. Trad. e notas de MALAVOLTA, E. Rio de
Janeiro, Livros Técnicos e Científicos: São Paulo, Ed.
da USP. 1975, 344p.

EZETA, F.N. & SANTOS; O.M. Importância da endomicorriza
na nutrição mineral do cacaueiro. Rev. Bras. Ci. Solo.
5:22-7, 1981.

- GERDEMANN, J.W. Vesicular-arbuscular mycorrhiza and plant growth. Ann. Rev. Phytopathol, 6:397-418, 1968.
- GERDEMANN, J.W. & NICOLSON, T.H. Spores of Mycorrhizal endogone species extrated from soil by wet sieving and decanting. Trans. Br. Mycol. Soc., 46:235-46, 1963.
- GEUS, J.C. Fertilizes guide for tropical and subtropical farming (Centre d'Etude de L'Azote, Zurich. 1967, 27p.
- GILMORE, A.E. The influence of endotrophic mycorrhiza on the growth of peach seedlings. J. Am. Soc. Hort., 96: 35-8, 1971.
- GIOVANNETTI, M. & MOSSE, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. New Phytol., 84:489-500, 1980.
- HAAG, H.P., coord. Nutrição e adubação da seringueira no Brasil. Campinas, Fundação Cargill, 1983. 166p.
- HAAG, H.P.; BUENO, N.; VIÉGAS, I. J.M. & PEREIRA, J.P. Nutrição mineral de seringueira IV. Toxicidade de boro em Hevea brasiliensis. Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 43(1):219-29, 1986.

HALL, I.R. & KELSON, A. An improved technnique for the production of endomycorrhizal infected soils pellets.

J. Agri. Res. N. Zeland, 24:221-2, 1981.

HAYMAN, D.S. Micorrizas vesicular-arbusculares. B. Inf.

SBCS, 2 (2):17-9, 1978.

IKRAM, A. & MAHMUD, A.W. Endomycorrhizal fungi in soils

under rubber. J. Rubb. Res. Inst. Malaysia, 32(3):

198206, 1984.

JACOB, A. & UEXRULL, V.H. Nutricion y abonado de los cul

tivos tropicales y subtropicales. ed (4). Trad. por L.

López Martinez de Alva. EURAM, México. 1973, 626p.

JAYARATNE, A.H.R. Endomycorrhizas of rubber growing soils

of Sri Lanka. J. Rubb. Res. Inst. Sri Lanka, 60:4785,

1982.

KATO, O.R. Efeito de micorriza vesicular-arbuscular no

crescimento e nutrição da mandioca (Manihot esculenta

Crantz) em solo adubado com doses crescentes de super

fosfato triplo. Lavras, 1987, 177p. (M.S. - Escola Su

perior de Agricultura de Lavras/MG).

- LAMBAIS, M.R. Condições edáficas que afetam o micotrofismo de Stylosanthes guianensis (AUBL) SW. Piracicaba , 1987. 102 p. (M.S. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/SP.).
- LAMBERT, D.H; COLE, H. & BAKER, D.E. The role of boron in plant response to mycorrhizal infection. Plant and Soil, 57:431, 1980.
- LIMA, F.C.; P.; OLIVEIRA, E.; DAVIDE, A.C. Efeitos de micorrizas vesicular-arbusculares no desenvolvimento de mudas de seringueira. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 1. Lavras, 1985. Anais... Lavras, ESAL , 1986. p155.
- LOPES, E.S.; OLIVEIRA, E.; NEPTUNE, A.M.L.; MORAES, F.R. P. Efeito da inoculação do cafeeiro com diferentes espécies de fungos micorrízicos vesicular-arbusculares. Rev. Bras. Ci. Solo, 7:137-41, 1983.
- LOPES, E.S.; SIQUEIRA, J.O.; ZAMBOLIM, L. Caracterização das micorrizas vesicular-arbusculares (MVA) e seu efeito no crescimento das plantas. Rev. Bras. Ci. Solo, 7: 1-19, 1983.

MAIA, L.C. & TRUFEM, S. Espécies de endogonaceae associadas à seringueira (Hevea brasiliensis, Muell. Arg.) , no Estado de Pernambuco. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 1 Lavras, 1985. Anais ... Lavras, ESAL, 1986.

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

MALAVOLTA, E.; HAAG, H.P.; MELLO, F.A.F. & BRASIL SOBRINHO, M.O.C. Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas. Piracicaba, Livraria Pioneira Editora , 1974. 727 p.

MENCEL, K. & KIRKBY, E.A. Principles of Plant Nutrition. Berna, Suíça. International Potash Institute, 3a. Ed. 1982, 655p.

MIDDLETON, K.R. & PUSHPARAJAH, E. The use of phosphates in the cultivation of Hevea brasiliensis in Malaysia Outlook on Agriculture, Berkshire, 5 (2): 69-73, 1966

MIRANDA, E.R. de; CABALA, P.R. & SANTANA, C.J.L. de. Requerimentos nutricionais e adubação do cultivo de seringueira. CEPLAC - Centro de Pesquisa do Cacau, Itabuna, BA. 32p. 1975. (Boletim Técnico, 33)

- MORAES, V.H.F. Adubação de porta-enxertos de seringueira em sacos plásticos. In: EMBRAPA - SÍNTESE: Técnologia Cereais pelo sistema. Brasília EMBRAPA -DDT p206 1984.
- MOSSE, B. Specificity in V.A. mycorrhizas. In: SANDERS; F.E.; MOSSE; B.; TINKER, P.B., eds. Endomycorrhizas, London, Academic, 1975, p.479-84.
- MOSSE, B. Vesicular-arbuscular mycorrhiza research for Tropical Agriculture. Hawaii, Inst. for Tropical Agri. and Human Resources, 1981. 82p. (Research Bulletin 194).
- PARADA, A. Efeito de fósforo e de micorriza vesicular-arbuscular no feijoeiro. Piracicaba, 1984. 138p. (M.S. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP)
- PEREIRA, E.B.C. Doses de N,P,K e Mg para viveiro de seringueira em Latossolo Amarelo de textura muito argilosa, em Manaus. Manaus, EMBRAPA - CNPSD. 1986.10p. (EMBRAPA - CNPSD, comunicação Técnico, 52).
- PHILLIPS, J.M. & HAYMAN, D.S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. Trans Br. Mycol. Soc., 55:158-61, 1970.

PUSHPARAJAH, E. Response in growth and yield of Hevea
brasiliensis to fertilizers application on Rengam Série
 Soil. J. Rubb. Res. Inst. Malaysia, Kuala Lumpur, 21(2)-
 165-74. 1969

PUSHPARAJAH, E.; SOONG, N.K.; YEW, F.K.; & ZAINOL, B.E.
 Effect of fertilizers on soils under Hevea.
 In: INTERNATIONAL RUBBER CONFERENCE. Kuala Lumpur,
 RRIM, Vol.III. 1975, p37-50.

PUSHPARAJAH, E. & TANG, K.T. Factores influencing leaf
 nutrient level in Rubber. In: RUBBER RESEARCH INSTITU
 TE OF MALAYSIA PLANTER'S CONFERENCE: Kuala Lumpur, 1972
 Preceedings ... Kuala Lumpur, 1972. p. 140-54.

RIBEIRO, S.I. Adubação NPK em viveiro de seringueira. Por
 to Velho, EMBRAPA - UEPAT. 1979. 15p. (EMBRAPA - UE-
 PAT., Comunicado Técnico, 5).

RUBBER RESEARCH INSTITUTE OS MALAYSIA. Annual Report por
 1972. Rubb. Res. Inst. Malaysia, Kuala Lumpur. p.158,
 1973.

SANDERS, F.E. The effect of foliar applied phosphate on
 the mycorrhizal infections of anion roots. In: SANDERS
 F.E.; MOSSE, B.; TINKER, P.B., eds. Endomycorrhizas.
 London, Academic, 1975, p.261-76.

- SANDERS, F.E. & TINKER, P.B. Mechanism of absorption of phosphate from soil by endogone mycorrhiza. *Nature*, London, 233:278-9, 1971.
- SANDERS, F.E. & TINKER, P.B. Phosphate flow into mycorrhizal roots. *Pest.Sci.*, 4:385-95, 1973.
- SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P. Análise químicas em plantas. Piracicaba, ESALQ-USP. 1974, 45p.
- SHORROCKS, V.M. Mineral nutrition, growth and nutrients cycle of Hevea brasiliensis I: GROWTH AND NUTRIENT CONTENTS. Journal of the Rubb. Res. Inst. Malasya. Kuala Lumpur. 19(1) 32-47, 1965.
- SHORROCKS, V.M. Deficiência minerais in Hevea e Plantas de cobertura associadas: Hevea brasiliensis, Puerária phaseoloides, Centrosema pubescens, calopogonium mucunoides. Brasília, SUDHEVEA, 1979, 76p.
- SIQUEIRA, J.O.; HUBBELL, D.H. & VALLE, R.R. Effects of phosphorus on formation of the vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Pesq. agro. pec. bras. Brasília* 19 (12): 1465-74, 1984.

SMITH, S.E. Physiology and ecology of orchid mucorrhizal fungi with reference to seedling nutrition. New Phytologists., 65 :488-499, 1966.

St. JOHN, T.V. Uma lista de espécies de plantas tropicais brasileiras naturalmente infectadas com micorriza vesicular-arbuscular. Acta Amazônica, 10 (!):229-34, 1980.

TUTI - WARSITO & ANGKAPRADIPTA, P. The effect of N, P and K fertilization on the growth of a G T₁ seedlings of the nursery. Summary. Nemara Perk., 42 (6): 289-94, 1974.

VIÉGAS, I de J.M. Doses de NPK em viveiro de Hevea spp. na obtenção de planta aptas para enxertia em Latosso-lo Amarelo Textura média na Ilha do Mosqueiro-PA. Piracicaba, 1985. 71p. (M.S. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/SP).

VIÉGAS, I. de J.M.; PACHECO, A.R.; CORRADO, F. Resposta do fósforo, potássio e magnésio no crescimento e produção de dendê (Elaeis guineensis), no município de Moju, PA. Belém, EMBRAPA-UEPAE Belém, 1987. 6p. (EM - BRAPA-UEPAE Belém. Pesquisa em Andamento, 2).

VIÉGAS, I. de J.M.; VIÉGAS, R.M.F.; CUNHA, R.L.M. Adubação foliar em viveiro de seringueira. Belém, FCAP, 1983. P.1-17. (FAP. Boletim, 13).

- YOGARATNAN, N. & KARUNARATNE, D.M. Fertilizer response in Hevea brasiliensis seedlings grow in the field - nursery. R. Res. Inst. of Ceylon, Ceylon 49;28-31.1972
- KAIDYANATHA, U.P.D.S. Mycorrizal of Hevea and leguminous ground covers in rubber plantations. In: MIKOLA, P. ed. Tropical mycorrhiza research. Oxford, Oxford University, 1980, p.238-41.
- WASTIE, R.L. The Ocurrance of an endogone type of endotrophic mycorrhiza in Hevea brasiliensis. Trans. Brit. Mycol Soc. , 48:167,78, 1965.
- ZAMBOLIM, L. & PINTO MARTINS, L.A. Resposta de porta-exerto de citrus a fungos micorrízicos. In. REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 1 Lavras, 1985 Anais.... Lavras, ESAL, 1986. p.199.
- ZAMBOLIM, L. & SCHENCK, N.C. Interaction between a vesicular-arbuscular mycorrhizas and root infecting fungi. on soybean. Phytopathology, 71(2):267. 1981.

APÉNDICE

QUADRO 1 A - Resumo da análise de variância, referente a infecção radicular, altura, diâmetro e peso da matéria seca da parte aérea de seringueira, em função da inoculação (infecção radicular) e de diferentes doses de fósforo.

Fonte de variação	G.L.	Valor de F e significância			
		Infecção radicular (%)	Altura Total (cm)	Diâmetro do caule (cm)	Peso seco (g)
P2O5	2	3,87*	3,99*	4,45*	9,72**
noc. d. 0,9g/planta de P2O5	1	0,43	0,02	0,04	0,02
noc. d. 1,8g/planta de P2O5	1	3,22	0,35	0,02	0,07
noc. d. 2,7g/planta de P2O5	1	17,53**	12,00**	7,47**	13,25**
noc. x P2O5	3	7,06**	4,12*	2,51	4,45*
.V.=		67%	16%	9%	24%

Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F

Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F

QUADRO 2 A - Resumo da análise de variância referente aos teores de N,P,K,Ca,Mg e S em folhas de seringueira, em função da inoculação (infecção radicular) e de diferentes doses de fósforo.

Fonte de variação	G.L.	Valor de F e significância					
		N(%)	P(%)	K(%)	Ca(%)	Mg(%)	S(%)
205	2	1,91	29,98**	3,80*	1,09	0,15	11,17**
noc. d. 0,9g/planta de P ₂ O ₅	1	1,28	0,16	1,25	0,09	0,01	0,38
noc. d. 1,8g/planta de P ₂ O ₅	1	0,01	1,01	1,19	0,05	1,09	0,10
noc. d. 2,7g/planta de P ₂ O ₅	1	9,47**	0,09	0,93	9,68**	3,05	0,05
noc. x P ₂ O ₅	3	3,58	0,42	1,12	3,27	1,38	0,18

.V. =

11%

20%

20%

16%

18%

16%

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F

*Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F

QUADRO 3 A - Resumo da análise de variância referente aos teores de B, Fe, Mn e Zn em folhas de seringueira, em função da inoculação (infecção radicular) e de diferentes doses de fósforo.

Fonte de variação	G.L.	Valor de F e significância			
		B (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)
P ₂ O ₅	2	4,39*	1,54	1,08	1,40
Inoc. d. 0,9g/planta de P ₂ O ₅	1	16,10**	1,37	1,13	6,47*
Inoc. d. 1,8g/planta de P ₂ O ₅	1	4,78*	3,40	4,79*	0,06
Inoc. d. 2,7g/planta de P ₂ O ₅	1	31,16	0,03	0,10	0,11
Inoc. x P ₂ O ₅	3	17,35**	1,60	2,01	2,21
D.V. =		50%	35%	39%	42%

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F

*Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F

QUADRO 4A - Resumo da análise de variância, referente à absorção total (mg) de N,P,Ca, Mg e S por plantas de seringueira, em função da inoculação e de diferentes doses de fósforo.

Fonte de variação	G.L.	Valor de F e significância				
		N	P	K	Ca	Mg S
P ₂ O ₅	2	12,19**	93,97**	4,52*	15,79**	10,33** 12,40**
Inoculação	1	1,57	9,38**	4,93*	10,90**	11,58** 3,96
P ₂ O ₅ x inoculação	2	0,31	7,26**	0,35	9,17**	5,75** 1,93
C.V. (%)	23	19	23	25	24	33

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

QUADRO 5A - Resumo da análise de variância, referente à absorção total (mg) de B, Fe, Mn e Zn por plantas de seringueira, em função da inoculação e de diferentes doses de fósforo.

Fonte de variação	G.L.	Valor de F e significância			
		B	Fe	Mn	Zn
P ₂ O ₅	2	9,16**	6,53**	1,54	1,04
Inoculação	1	43,05**	1,17	0,01	3,92
P ₂ O ₅ x inoculação	2	7,26**	2,42	1,78	0,81
C.V. (%)		59	43	56	54

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

QUADRO 6A - Comparação das médias de absorção total (mg) de N, P, K, Ca, Mg e S por plantas de seringueira em função das doses de fósforo.

Doses de P ₂ O ₅ g/planta	N	P	K	Ca	Mg	S
0,9	302,2a	11,5a	150,6a	117,4a	64,0a	22,9a
1,8	338,8a	17,9b	139,1a	123,8a	64,9a	32,6ab
2,7	466,3b	33,8c	182,1a	194,1b	92,9b	45,3b

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade do teste de Tukey.

QUADRO 7A - Comparação das médias de absorção total (mg) de B, Fe, Mn e Zn por plantas de seringueira, em função das doses de fósforo.

Doses de P_2O_5 g/planta	B	Fe	Mn	Zn
0,9	7,0ab	3,6a	1,9a	0,6a
1,8	4,1b	5,0ab	2,6a	0,8a
2,7	11,9a	6,8b	2,8a	0,9a

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade do teste de Tukey.

QUADRO 8A - Comparação das médias de absorção total (mg) de N, P, K, Ca Mg e S por plantas de seringueira, em função da inoculação dentro das doses de fósforo.

Doses de P_2O_5 g/planta	Inoculação					
		N	P	K	Ca	Mg S
0,9	Sem	292,9a	11,0a	142,4a	115,5a	63,5a 21,5a
	Com	311,4a	12,1a	158,7a	119,4a	64,4a 24,4a
1,8	Sem	328,3a	17,9a	127,1a	122,4a	59,0a 31,8a
	Com	349,4a	17,9a	151,1a	125,2a	70,8a 33,3a
2,7	Sem	432,5a	28,0a	161,9a	136,2a	69,0a 36,6a
	Com	500,0a	39,5b	202,4a	251,9b	116,7b 54,1a

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade do teste de Tukey.

QUADRO 9A - Comparação das médias de absorção total (mg) de B, Fe, Mn e Zn por plantas de seringueira, em função da inoculação dentro das doses de fósforo.

Doses de P_2O_5 g/planta	Inoculação		B	Fe	Mn	Zn
0,9	Sem		3,1a	3,0a	1,6a	0,4a
	Com		10,8a	4,1a	2,1a	0,8a
1,8	Sem		2,0a	5,6a	3,2a	0,8a
	Com		6,2a	4,3a	2,0a	0,8a
2,7	Sem		3,0a	5,5a	2,5a	0,7a
	Com		20,8b	8,1a	3,2a	1,0a

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade do teste de Tukey.