

RENATO MARQUES

EFEITOS DO FOSFORO E ZINCO NA NUTRIÇÃO E CRES-  
CIMENTO DE PORTA-ENXERTOS DE SERINGUEIRA

(*Hevea brasiliensis* Muell Arg.)

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras, como parte das exigências do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de Concentração: Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do grau de M. STRE.

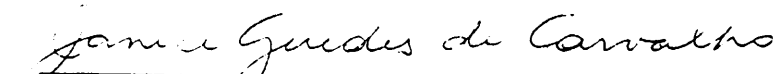
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS

LAVRAS - MINAS GERAIS

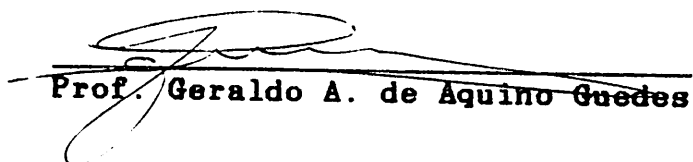
1990

**EFEITOS DO FOSFORO E ZINCO NA NUTRIÇÃO E CRESCIMENTO DE PORTA-  
ENXERTOS DE SERINGUEIRA (*Hevea brasiliensis* Muell Arg.)**

**Aprovada:**

  
\_\_\_\_\_  
**Profa. Janice Guedes de Carvalho**  
**Orientadora**

  
\_\_\_\_\_  
**Prof. Fabiano Ribeiro do Vale**

  
\_\_\_\_\_  
**Prof. Geraldo A. de Aquino Guedes**

O conhecimento adquirido;  
As amizades conquistadas,  
durante a elaboração deste trabalho, são:  
tão importantes ou mais...  
Por isso, a vocês  
Mestres da Ciência e da Vida,

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Alberto e Maria de Lourdes e aos meus irmãos Alice, Berto e Lúcia, pelo apoio dado nesses anos de vida;

A Denise, por estar sempre a meu lado;

A Janice, pela orientação e amizade; ao Fabiano e ao Guedes pelas sugestões apresentadas;

Aos professores, funcionários e colegas da ESAL, com os quais convivi, e que de uma forma ou de outra contribuíram para a realização deste trabalho;

Aos pesquisadores Olinto, Jonar e Tatiana, pelo exemplo profissional e amizade;

A Escola Superior de Agricultura de Lavras e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela oportunidade de aprendizado e pela bolsa de estudos;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pelo financiamento de parte das pesquisas;

A Associação Nacional para Difusão de Adubos e Corretivos Agrícolas, pelo apoio fornecido para confecção desta dissertação;

A Márcia, pelo serviço de digitação;

A vocês anônimos, amigos sinceros, que positivamente tornaram mais agradável e compensadora a nossa "luta";

Muito Obrigado!

## BIOGRAFIA DO AUTOR

Renato Marques, filho de Alberto Paulo Marques e Maria de Lourdes A. Bibbo Marques, nasceu em São Carlos, Estado de São Paulo no 29º dia de setembro do ano de 1961.

Em julho de 1985, graduou-se em Engenharia Florestal pela Escola Superior de Agricultura de Lavras - ESAL.

Em janeiro de 1987, iniciou o curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Solos e Nutrição de Plantas, da Escola Superior de Agricultura de Lavras, defendendo dissertação em dezembro de 1990.

## SUMARIO

	Página
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Fósforo em seringueira.....	3
2.2. Zinco em seringueira.....	6
2.3. Interação fósforo-zinco.....	8
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3.1. Material de solo.....	18
3.2. Semeadura e transplântio.....	19
3.3. Delineamento experimental e tratamentos.....	19
3.4. Condução do experimento.....	21
3.5. Análises químicas da matéria seca.....	21
3.6. Análises químicas do solo.....	22
3.7. Análises estatísticas.....	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
4.1. Níveis iniciais de fósforo e zinco no solo.....	23
4.2. Parâmetros de crescimento e teores de clorofila nas plantas.....	27
4.3. Teor e quantidade acumulada de nutrientes nas plantas.....	32
4.3.1. Nitrogênio.....	32
4.3.2. Fósforo.....	35
4.3.3. Potássio.....	37
4.3.4. Cálcio.....	38
4.3.5. Magnésio.....	41
4.3.6. Enxofre.....	43
4.3.7. Boro.....	45
4.3.8. Cobre.....	47
4.3.9. Ferro.....	50
4.3.10. Manganês.....	56
4.3.11. Zinco.....	58
4.4. Matéria seca total e diâmetro do caule a 5 cm do solo, em função das relações K/P, Ca/P, Mg/P, S/P, P/B, P/Cu, P/Fe, P/Mn e P/Zn nos tecidos foliares..	64

	<b>Página</b>
5. CONCLUSOES.....	75
6. RESUMO.....	77
7. SUMMARY.....	79
8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	81

## LISTA DE QUADROS

Quadro		Página
1	Características químicas e físicas das amostras de solo ao natural (camada 0-20 cm).....	18
2	Nutrientes fornecidos na adubação básica.....	20
3	Valores estimados de relações entre nutrientes, que promoveriam maior produção de matéria seca total e maior diâmetro do caule nas plantas.....	65
1A	Níveis de fósforo e zinco no solo após aplicação dos tratamentos (média de 4 repetições).....	94
2A	Altura, diâmetro do caule a 5 cm do solo (DIAM), comprimento médio entre lançamentos (CML), matéria seca total (MST), área foliar (AFOL) e teor de clorofila (CLOR) das plantas em função das doses de P e Zn (média de 4 repetições).....	95
3A	Teor e quantidade acumulada de N na planta em função das doses de P e Zn (média de 4 repetições).....	96
4A	Teor e quantidade acumulada de P na planta em função das doses de P e Zn (média de 4 repetições).....	97
5A	Teor e quantidade acumulada de K na planta em função das doses de P e Zn (média de 4 repetições).....	98
6A	Teor e quantidade acumulada de Ca na planta em função das doses de P e Zn (média de 4 repetições)..	99
7A	Teor e quantidade acumulada de Mg na planta em função das doses de P e Zn (média de 4 repetições).	100
8A	Teor e quantidade acumulada de S na planta em função das doses de P e Zn (média de 4 repetições).....	101
9A	Teor e quantidade acumulada de B na planta em função das doses de P e Zn (média de 4 repetições).....	102



Quadro	Página
10A	Teor e quantidade acumulada de Cu na planta em função das doses de P e Zn (média de 4 repetições).. 103
11A	Teor e quantidade acumulada de Fe na planta em função das doses de P e Zn (média de 4 repetições).. 104
12A	Efeito da interação entre as doses de P e Zn sobre o teor de Fe no caule (média de 4 repetições)..... 105
13A	Efeito da interação entre as doses de P e Zn sobre as quantidades de Fe no caule (média de 4 repetições).. 105
14A	Teor e quantidade acumulada de Mn na planta em função das doses de P e Zn (média de 4 repetições).. 106
15A	Teor e quantidade acumulada de Zn na planta em função das doses de P e Zn (média de 4 repetições).. 107
16A	Efeito da interação entre as doses de P e Zn sobre o teor e Zn na raiz (média de 4 repetições)..... 108
17A	Efeito da interação entre as doses de P e Zn sobre as quantidades de Zn na raiz (média de 4 repetições)..... 108
18A	Características químicas do solo após o período de incubação com fósforo e zinco (média de 4 repetições)..... 109
19A	Características químicas do solo, ao final do experimento, em função dos tratamentos aplicados (média de 4 repetições)..... 110

## LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Níveis iniciais de P no solo em função das doses de P aplicadas. ....	24
2	Níveis iniciais de Zn no solo em função das doses de Zn aplicadas. ....	24
3	Efeito da relação P/Zn no solo, ao início do experimento, na produção de matéria seca total das plantas	26
4	Efeito de relação P/Zn no solo, ao início do experimento, no diâmetro do caule a 5cm do solo. ....	26
5	Altura de plantas em função das doses de P. ....	28
6	Diâmetro do caule das plantas a 5 cm do solo em função das doses de P. ....	29
7	Comprimento médio entre lançamentos foliares em função das doses de P. ....	29
8	Matéria seca total das plantas em função das doses de P. ....	30
9	Area foliar das plantas em função das doses de P. ...	30
10	Teores de clorofila nas folhas em função das doses de P. ....	31
11	Teores de N na raiz e no caule em função das doses de P. ....	33
12	Quantidade acumulada de N no caule em função das doses de P. ....	34
13	Quantidade acumulada de N na raiz e na folha em função das doses de P. ....	34
14	Teores de P na planta em função das doses de P. ....	36
15	Quantidade acumulada de P na planta em função das doses de P. ....	36

Figura	Página
16	Teores de K na raiz e na folha em função das doses de P. .... 38
17	Quantidades acumulada de K na planta em função das doses de P. .... 38
18	Teores de Ca na planta em função das doses de P. ... 40
19	Quantidade acumulada de Ca na planta em função das doses de P. .... 41
20	Teores de Mg na planta em função das doses de P. ... 42
21	Quantidade acumulada de Mg na planta em função das doses de P. .... 43
22	Teores de S na planta em função das doses de P. .... 44
23	Quantidade acumulada de S na planta em função das doses de P. .... 45
24	Teores de B na raiz e na folha em função das doses de P. .... 46
25	Quantidade acumulada de B na planta em função das doses de P. .... 47
26	Teores de Cu na raiz em função das doses de P. .... 48
27	Teores de Cu no caule e na folha em função das doses de P. .... 48
28	Quantidade acumulada de Cu na planta em função das doses de P. .... 50
29	Teores de Fe na raiz em função das doses de P. .... 52
30	Teores de Fe na folha em função das doses de P. ... 52
31	Efeito da interação P x Zn sobre os teores de Fe no caule. .... 53
32	Efeito da interação P x Zn sobre a quantidade acumulada de Fe no caule. .... 54
33	Quantidade acumulada de Fe na raiz em função das doses de P. .... 55
34	Quantidade acumulada de Fe na folha em função das doses de P. .... 55

Figura	Página
35 Teores de Mn na raiz e na folha em função das doses de P. ....	57
36 Quantidade acumulada de Mn na planta em função das doses de P. ....	57
37 Teores de Zn na folha e no caule em função das doses de P. ....	59
38 Teores de Zn na folha e no caule em função das doses de Zn. ....	60
39 Quantidade acumulada de Zn na folha e no caule em função das doses de P. ....	60
40 Quantidade acumulada de Zn na folha e no caule em função das doses de Zn. ....	61
41 Efeito da interação PxZn sobre os teores de Zn na raiz. ....	62
42 Efeito da interação PxZn sobre a quantidade acumulada de Zn na raiz. ....	63
43 Efeito da relação K/P sobre a matéria seca total (A) e diâmetro do caule das plantas (B). ....	65
44 Efeito da relação Ca/P sobre a matéria seca total (A) e diâmetro do caule das plantas (B). ....	66
45 Efeito da relação Mg/P sobre a matéria seca total (A) e diâmetro do caule das plantas (B). ....	67
46 Efeito da relação S/P sobre a matéria seca total (A) e diâmetro do caule das plantas (B). ....	68
47 Efeito da relação P/B sobre a matéria seca total (A) e diâmetro do caule das plantas (B). ....	69
48 Efeito da relação P/Cu sobre a matéria seca total (A) e diâmetro do caule das plantas (B). ....	70
49 Efeito da relação P/Fe sobre a matéria seca total (A) e diâmetro do caule das plantas (B). ....	71
50 Efeito da relação P/Mn sobre a matéria seca total (A) e diâmetro do caule das plantas (B). ....	72
51 Efeito da relação P/Zn sobre a matéria seca total (A) e diâmetro do caule das plantas (B). ....	73

## 1. INTRODUÇÃO

A seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell.Arg.) é uma planta nativa da região Amazônica, no Brasil. Tem sido difundida em várias regiões do mundo devido a seu alto valor comercial, como espécie produtora de látex, o qual é transformado em borracha natural. O plantio comercial de seringueira na região Amazônica tem sido dificultado pelo ataque de agentes patogênicos, como o *Microcyclus ulei* que causa a doença denominada Mal das Folhas. Por este motivo, outras regiões do Brasil, consideradas regiões de "escape", entre as quais situa-se parte do Estado de Minas Gerais (RUFINO, 1986), apresentam elevado potencial para a heveicultura.

Além do aspecto climático, outros fatores devem ser considerados quando se deseja obter sucesso com uma determinada cultura. Dentre esses, a nutrição mineral ocupa lugar de destaque, principalmente na heveicultura, pois muito pouco se conhece dos aspectos nutricionais da seringueira. Tornam-se necessárias, portanto, pesquisas visando conhecer suas exigências nutricionais específicas.

Considerando-se que os solos destinados à cultura da seringueira devem apresentar boas condições físicas, como: boa drenagem, boa retenção de umidade, aeração adequada e ausência de

horizontes que limitem a penetração de raízes (CABALA-ROSAND, 1972) e que estes solos, geralmente, estão enquadrados no grupo dos latossolos, os quais na maioria das vezes apresentam baixa disponibilidade de nutrientes, a aplicação dos mesmos torna-se necessária.

Dentre os nutrientes requeridos pela seringueira, o fósforo e o zinco têm-se mostrado indispensáveis para o seu bom desenvolvimento (FRAZAO, 1983), sendo que sintomas de deficiência de Zn têm sido observados em viveiros, jardins clonais (BERNIZ et alii, 1980) e também a campo (BARROS & ALVES, 1985). Esta deficiência geralmente está associada com níveis elevados de P e baixos de Zn no solo, portanto cuidados devem ser tomados ao se fornecer estes nutrientes às plantas, pois uma interação antagonística pode ocorrer entre P e Zn, provocando um desequilíbrio nutricional e prejudicando o crescimento vegetal.

Partindo-se da hipótese que níveis desbalanceados de P e Zn no solo podem afetar a absorção, translocação e conseqüente concentração destes nutrientes nos tecidos vegetais, induzindo desequilíbrios nutricionais e afetando o crescimento das plantas, este trabalho teve por objetivo estudar os efeitos da aplicação de quatro doses de P e três de Zn na nutrição e crescimento de porta-enxertos de seringueira.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Fósforo em seringueira

Nos solos intemperizados dos trópicos úmidos, o fósforo é um dos elementos cuja carência é mais frequente, limitando assim os níveis de produtividade de diversas culturas; e, no caso específico da seringueira, este elemento é essencial para o crescimento, manutenção e produtividade da cultura (FRAZAO, 1983).

A deficiência de fósforo em seringueira, segundo FRAZAO (1983), ocorre inicialmente nas folhas situadas na parte mediana do ramo, sendo que os sintomas desta deficiência se caracterizam na forma de um amarelecimento na face ventral da folha e uma coloração bronzeada na face dorsal, que se acentua a partir do ápice, com posterior secamento deste e do resto da folha. Mas, segundo MIRANDA et alii (1975), a deficiência de P se traduz por um desenvolvimento raquítico das plantas e uma coloração verde escuro circundada por uma zona bronzeada nas folhas, sendo que em estágios avançados, as folhas da última brotação apresentam-se cloróticas e de tamanho menor. Em plantas não ramificadas, os sintomas aparecem primeiro em folhas velhas com um bronzeamento na parte abaxial, não sendo observado na outra face da folha. Em

seringueiras jovens pode ocorrer redução no número de folíolos, no crescimento e no rendimento (PHOSPHORUS, 1972).

A deficiência de P também pode induzir modificações na estrutura celular das folhas como, por exemplo, um aumento no tamanho das células do tecido lacunoso e na largura das células do tecido paliçádico; além da diminuição do número de grana por cloroplasto, nas células do tecido paliçádico (HAMZAH & GOMEZ, 1981). Estas mudanças nos cloroplastos, segundo estes autores, poderiam levar à fotossíntese subnormal, influenciando, assim, o crescimento e a produção da seringueira.

Alguns autores (CABALA-ROSAND & MAIA, 1973; CRUZ, 1974; VALOIS & BERNIZ, 1974 e VIEGAS, 1985) têm observado que a aplicação de P em plantas jovens tem surtido muito efeito e que este elemento é o que mais limita o desenvolvimento da seringueira.

Na produção de porta-enxertos de seringueira, tem-se verificado que o fósforo tem um efeito significativo no crescimento do diâmetro do caule das plantas, o que implica em uma aceleração do ponto de enxertia que, sem o nutriente, seria atingido mais tarde (REIS et alii, 1977; ONUWAJE & UZU, 1980; VIEGAS, 1985 e ALVES, 1987).

O fósforo tem efeito positivo, também, sobre o peso de matéria seca (ZAKARIA et alii, 1979 e ONUWAJE e UZU, 1980) e sobre a altura de plântulas de seringueira (ONUWAJE & UZU, 1980; COQUEIRO, 1984, VIEGAS, 1985 e ALVES, 1987).

Os efeitos do P sobre o crescimento de seringueira, têm sido observados também por REIS et alii (1984); PEREIRA et alii (1986)



e BERNIZ (1987), contudo, a ausência de nitrogênio e potássio (ONUWAJE & UZU, 1982) ou mesmo de magnésio (REIS & CABALA-ROSAND, 1985) pode limitar estes efeitos.

Por outro lado, a aplicação de doses crescentes de fósforo no solo, pode afetar o teor e a quantidade de nutrientes nas plantas. VIÉGAS (1985) verificou uma elevação dos teores de P e diminuição nos teores de K, S, B, Cu e Zn. Aumentos nos teores de P e Mg e decréscimos nos teores de K e Zn foram observados por ALVES (1987), mas BERNIZ (1987), só verificou decréscimos nos teores de N, associados com aumentos nos teores de P, Ca, Mg e Fe. LOPES (1988), além dos teores, avaliou a quantidade acumulada de nutrientes pelas plantas, quando da aplicação de doses crescentes de P, e notou que a acumulação de N, P, Ca, Mg, S, B e Fe nos tecidos foliares cresceu com as doses de P. Ele notou, também, aumentos nos teores de P e S e diminuição nos teores de K e Zn, devido à elevação das doses de fósforo.

Os efeitos da aplicação de altas doses de P são mais graves quando a disponibilidade de micronutrientes no solo é baixa e, segundo CABALA-ROSAND (1972), através de ensaios conduzidos em casa de vegetação, tem-se verificado que a tentativa de estimular o crescimento inicial da seringueira, mediante aplicações excessivas de nitrogênio e fósforo, pode resultar em efeitos depressivos no desenvolvimento da planta devido ao desequilíbrio de micronutrientes.

Contudo, no Brasil, ainda não se dispõe de resultados conclusivos de pesquisa sobre as respostas em crescimento e produção da

seringueira à aplicação de diferentes níveis de adubo; e os resultados existentes estão restritos aos Estados da Bahia, Pará, Amazonas, Acre, Rondônia e São Paulo. Para o Estado de Minas Gerais, BARROS & ALVES (1985) fazem algumas recomendações de adubação para seringueira, baseadas em dados de outros Estados, sendo, portanto, necessários mais estudos para as condições de solo e clima dessa região.

## 2.2. Zinco em seringueira

O zinco é considerado necessário para a síntese de triptofano, a partir do qual formam-se as auxinas, importantes reguladores do crescimento. O relacionamento entre o zinco e a síntese de ácido indolacético é, assim, da máxima importância sendo isto confirmado pelo fato de a deficiência de zinco normalmente resultar em uma redução no nível de ácido indolacético nas plantas (SHORROCKS, 1979), o que ocasiona uma redução de crescimento nos pontos terminais das plantas, ou seja, nos meristemas apicais do broto e da raiz, onde este regulador de crescimento deveria estar ativo (FRAZAO, 1983).

BOLLE-JONES (1957) foi o primeiro a descrever os efeitos do zinco no crescimento e nutrição da seringueira. Com base em seu trabalho, ele sugeriu que esta planta possuía um requerimento relativamente alto pelo zinco, sendo que a deficiência deste nutriente parecia predispor as plântulas de seringueira à infecção por Oidium heveae. Ele também descreveu os sintomas visuais provocados pela deficiência de Zn, os quais foram publicados mais

recentemente por SHORROCKS (1979) e confirmados por BERNIZ et alii (1980). A deficiência de zinco geralmente condiciona à ocorrência do nanismo, desenvolvimento de folhas pequenas e também às más formações estruturais nas pontas das raízes; e os termos "folha pequena" e "formação de roseta" são frequentemente usados para descrever sintomas de deficiência de zinco em muitas plantas (SHORROCKS, 1979). Em seringueira, a principal característica de deficiência de Zn é a redução do tamanho dos internódios, com a formação de tufos terminais de folhas, ficando as folhas de vários internódios muito próximas umas das outras e no mesmo plano à maneira de uma roseta (BERNIZ et alii, 1980). Outras características são: i) redução da largura da lâmina foliar, dando-lhe um aspecto alongado e também retorcido com os bordos ondulados ou crespos e ii) clorose generalizada da folha, permanecendo com coloração verde escura a nervura mediana e as nervuras principais (SHORROCKS, 1979). Em plantas jovens, os sintomas são encontrados nos últimos lançamentos, sendo que em casos de deficiência acentuada ocorre a morte do meristema apical e os brotos laterais podem desenvolver-se dos meristemas axilares (BERNIZ et alii, 1980):

Além dos sintomas acima descritos e que são de fácil visualização, a deficiência de Zn, em seringueira, pode induzir modificações na estrutura celular das folhas. HAMZAH & GOMEZ (1980) observaram que em plantas deficientes ocorria uma redução no número de cloroplastos das células do tecido paliçádico, as quais apresentavam um menor número de grana por cloroplasto. As células do tecido lacunoso também apresentavam menos grana por

cloroplasto. Estas mudanças, segundo HAMZAH & GOMEZ (1981), poderiam levar à fotossíntese subnormal e, conseqüentemente, influenciar o crescimento e produção da seringueira.

Os efeitos da deficiência de Zn sobre os teores de outros nutrientes nos tecidos vegetais, segundo BOLLE-JONES (1957) são os seguintes: - elevação dos teores de N, P, Fe e Mn no caule e pecíolo; elevação do teor de N na raiz e dos teores de Ca, Fe e Mn na lâmina foliar, além de uma pequena elevação do teor de P na folha.

A constatação de plantas de seringueira deficientes em zinco, conforme relatado por BERNIZ et alii (1980) e também por BARROS & ALVES (1985), tem ocorrido devido à baixa disponibilidade natural de Zn dos solos onde a cultura e também os viveiros são implantados. Mas ocorre também em função de aplicações inusitadamente pesadas de fertilizantes fosfatados solúveis (SHORROCKS, 1979).

A quantidade de Zn exigida pela seringueira, em suas diversas fases de desenvolvimento ainda não está bem definida. Esta quantidade pode ser variável em função de vários fatores como, por exemplo, idade, clone, solo, clima, aspecto fitossanitário e outros. Ao estudar a marcha de absorção de nutrientes em porta-enxertos, CARVALHO<sup>1</sup> observou uma acumulação de 156 mgZn/planta aos seis meses de idade, no tratamento que recebeu 100 mgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/dm<sup>3</sup>, mas caiu para 56 mgZn/planta quando a quantidade de fósforo adicionada ao solo foi 400 mgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/dm<sup>3</sup> solo. Em plantas com um ano de idade, SHORROCKS (1965) determinou uma quantidade de 45 mgZn/planta,

<sup>1</sup>- CARVALHO, J.G. de. Comunicação pessoal

enquanto GUERRINI (1983), em plantas com a mesma idade, encontrou valores bem inferiores, da ordem de 7,0 mgZn/planta. A diminuição da absorção com idade é apenas aparente, pois os trabalhos citados foram conduzidos sob diferentes condições de disponibilidade de Zn, além de outros fatores como solo e clima por exemplo. GUERRINI (1983) observou em seu trabalho que a absorção de Zn pela seringueira aumentou gradativamente com a idade, alcançando, no quarto ano de cultivo, acréscimos percentuais superiores à 1.600%, em relação ao absorvido no primeiro ano, caracterizando assim a importância desse nutriente para o desenvolvimento da seringueira.

### 2.3. Interação fósforo-zinco

A interação entre P e Zn tem sido estudada, segundo OLSEN (1972), desde 1936 e, usualmente, tal interação é designada como uma deficiência de Zn induzida por P, ou seja, uma elevada disponibilidade de P, em função de sua aplicação ao solo, pode induzir à deficiência de Zn em plantas, sendo que esta pode ser prevenida ou corrigida pela fertilização com Zn. ELLIS et alii (1964) observaram que a aplicação de uma pequena quantidade de Zn resultava em uma drástica redução na concentração de P em folhas de feijoeiro adubado com altas doses de fertilizante fosfatado. Tal fato demonstra que elevadas doses de Zn talvez pudessem, por sua vez, reduzir a concentração de P em plantas a ponto de induzir à deficiência deste elemento. Isto foi observado por BROWN et alii

(1970) em experimento com milho doce, onde se notou que a aplicação de P tendia a acentuar a deficiência de Zn nas plantas que não haviam recebido Zn, mas, por outro lado, aplicações de Zn também tendiam a acentuar a deficiência de P nas plantas que não haviam sido fertilizadas com P.

Muitas causas têm sido levantadas para caracterizar o comportamento da interação entre P e Zn, e de maneira geral, segundo OLSEN (1972), quatro possíveis causas têm sido consideradas: a) interação P-Zn no solo; b) diminuição da taxa de translocação de Zn das raízes para a parte aérea; c) simples efeito de diluição sobre a concentração de Zn na parte aérea devido ao crescimento em resposta ao P, e d) desordem metabólica dentro das células da planta, relacionada ao desequilíbrio entre P e Zn, ou à excessiva concentração de P interferindo com a função metabólica do Zn em certos sítios nas células.

Os primeiros estudos sobre a causa desta interação suspeitavam da formação de  $Zn_3(PO_4)_2$  insolúvel no solo, o qual reduzia a concentração de Zn na solução do solo a níveis deficientes (OLSEN, 1972). A hipótese de que a reação entre Zn e P no solo seria um fator relevante, contudo, tem se demonstrado insignificante. BROWN et alii (1970) observaram que tanto o P como o Zn extraíveis do solo não foram afetados pela aplicação de Zn e P respectivamente, sendo que os níveis destes nutrientes no solo apresentaram boa correlação com a absorção de P e Zn. WARNOCK (1970), por sua vez, observou que a disponibilidade de zinco, determinada pelo extrator DTPA, foi superior quando o solo recebeu aplicações de P compara-

tivamente ao solo que não recebeu este nutriente, sendo 26% superior, também, a absorção de Zn pelas plantas de milho quando cultivadas nos solos com P. Estas duas observações também sugerem que a deficiência de Zn não resulta da precipitação de  $Zn_3(PO_4)_2$  no solo, tornando o Zn insolúvel ou indisponível às plantas. A alta solubilidade do  $Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$  é comentada por LINDSAY (1972) em sua revisão sobre Zn em solos e na nutrição de plantas, caracterizando este composto como uma excelente fonte de Zn e P para as plantas. TAKKAR et alii (1976), à semelhança de WARNOCK (1970), também encontraram que um aumento nos níveis de aplicação de P tendiam a aumentar, ao invés de diminuir, o Zn extraível do solo. E mais recentemente, PASRICHA et alii (1987), ao estudarem o efeito do fósforo sobre os fatores capacidade-intensidade de quatro solos da Índia, notaram que mesmo elevadas doses de P não afetam o fator intensidade para Zn nos solos, sugerindo assim a mínima possibilidade da interação Zn-P ocorrer no solo.

Outros estudos têm mostrado que a aplicação de P, em doses elevadas ao solo, pode reduzir a absorção de Zn pelas plantas (TAKKAR et alii, 1976), sendo que o inverso também pode ocorrer (SAKAL & SINHA, 1983). Tem-se observado, ainda, que estas altas doses de P diminuem a concentração de Zn na parte aérea de algumas plantas mas não nas raízes, o mesmo acontecendo com pequenas aplicações de Zn afetando a concentração de P nos tecidos vegetais. Tem-se atribuído este comportamento à diminuição da translocação de P ou Zn das raízes para a parte aérea das plantas. STUKE-NHOLTZ et alii (1966) observaram uma ação depressiva da aplicação

de P sobre a nutrição de Zn em milho, a qual se traduziu em uma diminuição da concentração de Zn nos nódios da planta (zona de considerável estocagem de Zn com nutrição normal), mas não nas raízes. Os autores concluíram que esta ação depressiva seria de natureza fisiológica e estaria ocorrendo na superfície radicular, ou em células radiculares, promovendo uma diminuição na translocação de zinco das raízes à parte aérea como um resultado da elevada absorção de fósforo. Mas este efeito ocasionado pelo P só ocorre em condições de baixa disponibilidade de Zn, e pequenas aplicações de Zn cessam-no. SHARMA et alii (1968), estudando a interação entre P e Zn em milho e tomate, notaram que tanto a concentração de P na parte aérea das plantas era diminuída pela aplicação de Zn quanto a concentração de Zn pela aplicação de P. Isto sem que houvesse uma diminuição de concentração destes elementos nas raízes, o que levou-os a ter conclusões semelhantes às de STUKE-NHOLTZ et alii (1966). Em soja, este comportamento de interação entre P e Zn também foi observado (PAULSEN & ROTIMI, 1968). E, segundo DEV & SHUKLA (1981), a restrição à translocação poderia estar ocorrendo devido à formação de  $Zn_3(PO_4)_2$  nas raízes, reduzindo assim a mobilidade ou solubilidade de P e Zn. Estes autores observaram, também, que as fontes de P e Zn, bem como os níveis destes elementos no solo, são determinantes dos efeitos da interação P-Zn nas plantas.

PEREIRA (1985), estudando os efeitos de aplicação de calcário, fósforo e zinco no crescimento e nutrição do trigo (*Triticum aestivum* L.) em dois solos de várzea, observou comportamentos



distintos da interação P-Zn entre os solos. No solo Aluvial a aplicação de calagem e P reduziu significativamente a translocação de Zn das raízes para a parte aérea. Já no solo Glei Pouco Húmico a aplicação de P reduziu o teor de Zn disponível no solo, sugerindo portanto que a inibição da translocação de Zn na planta não é causa única de deficiência de Zn induzida pelo P.

O "efeito de diluição" é caracterizado quando a taxa de crescimento da planta excede a taxa de absorção de um dado nutriente e a concentração do mesmo no tecido vegetal decresce ou é "diluída" (OLSEN, 1972). Este efeito tem sido apontado em alguns casos como fator relevante da interação entre P e Zn. LAMBERT et alii (1979), McGRATH & ROBSON (1984) e SINGH et alii (1986) observaram em seus estudos uma diminuição da concentração de Zn nos tecidos vegetais decorrente da resposta em crescimento das plantas à aplicação de P, caracterizando assim o "efeito de diluição" sobre o elemento zinco. Estes autores chamam atenção ainda para o fato de que aplicações de P ao solo podem reduzir ou inibir a infecção de raízes com fungos micorrízicos, reduzindo assim a absorção de Zn pelas raízes. Mas o "efeito de diluição" também pode ocorrer sobre o elemento P, e isto foi observado por CHRISTENSEN & JACKSON (1981) que notaram tanto em plantas de milho como em plantas de batata uma redução da concentração de P associada com a resposta em crescimento das plantas, resultante da aplicação de Zn.

Em outros experimentos (BOAWN & LEGGETT, 1984 e BOAWN & BROWN, 1988) tem-se observado que plantas deficientes em zinco

apresentam teores de Zn semelhantes aos apresentados por plantas saudas, sendo que pequenas aplicações de Zn são necessárias para corrigir os sintomas de deficiência. Estas aplicações induziram a um decréscimo na acumulação de P e certamente a um aumento na acumulação de Zn pelas plantas (BOAWN & LEGGETT, 1964), favorecendo o equilíbrio entre P e Zn e a normalização do metabolismo. Estes últimos autores observaram em seus estudos com batata que as plantas saudas tendiam a ter uma relação  $P/Zn < 400$ , ao passo que nas plantas deficientes a relação  $P/Zn$  geralmente era  $> 400$ . TAKKAR et alii (1976) determinaram esta relação tanto no solo como em plantas de milho e notaram que valores para  $P/Zn$  variando de 4 a 7,5 no solo; de 150 a 245 nos grãos, de 90 a 130 nos colmos e de 100 a 150 nas folhas indicavam moderada deficiência de Zn ou respostas a sua aplicação. Desta forma, parece que existem relações  $P/Zn$  "críticas", ou seja, aqueles valores da relação acima ou abaixo dos quais os nutrientes tornam-se desbalanceados, sendo que estas devem variar de acordo com o solo e com o tipo de planta.

Conforme LONERAGAN et alii (1979), nos casos onde a concentração de Zn nos tecidos vegetais não diminui devido à adubação fosfatada, o surgimento de sintomas revelando um crescimento anormal de plantas poderia estar relacionado à toxicidade de P e não à deficiência de Zn, ou ainda, os dois fenômenos poderiam estar ocorrendo simultaneamente. Estes autores se baseiam no fato de que um aumento nos níveis de P aplicados ao meio de crescimento pode induzir a uma absorção de P pelas plantas que atinja níveis tóxicos nos tecidos vegetais. Nestes casos, a aplicação de Zn

poderia reduzir a concentração de P, na parte aérea das plantas, a níveis não tóxicos. LONERAGAN et alii (1982) sugerem que a deficiência de Zn interfere com o metabolismo de P aumentando a quantidade de P absorvida pelas raízes e transportada à parte aérea, sendo que sob condições de alto suprimento de P este elemento acumula-se a níveis tóxicos nas folhas induzindo ou acentuando sintomas semelhantes à deficiência de Zn. Segundo CHRISTENSEN & JACKSON (1981), algumas plantas, como é o caso da batata, parecem ser mais sujeitas à toxicidade de P, devido à sua maior absorção, mobilização, translocação e concentração de P, quando da aplicação deste elemento, comparativamente a outra espécie como o milho por exemplo. REUTER et alii (1982) observaram que, também em trevo subterrâneo (*Trifolium subterraneum* L. cv. Seaton Park), as plantas deficientes em Zn, quando fertilizadas com doses crescentes de P, diminuíram seu crescimento e tiveram os teores de P aumentados em seus tecidos vegetais com conseqüente surgimento de sintomas de toxicidade de P nas folhas.

Os trabalhos até aqui comentados têm enfatizado, principalmente, a indução de deficiência de Zn ocasionada pela elevada disponibilidade de P, mas convém salientar mais uma vez que o oposto pode ocorrer, conforme BROWN et alii (1970). É bom salientar também que fatores como calagem (MELTON et alii, 1970; ADRIANO et alii, 1971 e BRAGA, 1983) e temperatura (SCHWARTZ et alii, 1987) podem afetar a disponibilidade de P e Zn para as plantas, com conseqüentes reflexos em sua nutrição. E, finalmente, deve-se considerar o fato de que elevados níveis de P podem induzir a um

aumento na concentração de Zn na planta e, até mesmo, induzir à toxicidade de Zn quando um elevado nível deste nutriente apresenta-se disponível (WALLACE et alii, 1974).

Em seringueira, alguns estudos têm relatado notadamente o efeito de P em induzir à deficiência de Zn e/ou reduzir a sua absorção. PEREIRA et alii (1986), encontraram que a adubação fosfatada nas doses de 600 e 1200 kg de  $P_2O_5$ /ha induziu deficiências acentuadas de zinco, sendo que, nessas doses, as análises foliares revelaram teores altos de fósforo e baixos de zinco, confirmando o diagnóstico de campo. A presença de fósforo nas folhas reduzindo as concentrações de Zn e outros nutrientes também foi observada por VIÉGAS (1985), apesar de não terem sido notados sintomas de deficiência desses nutrientes. ZAKARIA et alii (1979), por sua vez, observaram que a absorção de Zn por plântulas de seringueira foi reduzida pela aplicação de superfosfato concentrado e de algumas fontes de rochas fosfatadas ao solo. ALVES (1987), ao estudar o efeito de adubação com N, P, K e Mg, também observou que um aumento nas doses de P reduzia os teores de Zn nos tecidos foliares.

Nada se sabe à respeito do efeito de dosagens elevadas de zinco sobre a absorção e/ou translocação de fósforo em seringueira, nem mesmo sobre uma relação P/Zn que seja favorável ao bom desenvolvimento desta espécie nos vários estádios de desenvolvimento. Além disso, a aplicação de zinco tem sido recomendada aleatoriamente sem nenhum embasamento técnico ou científico. Portanto, tornam-se necessárias pesquisas que objetivem o entendi-

mento desta interação P-Zn de maneira a evitar a ocorrência de deficiências nutricionais (notadamente de Zn) e também com o intento de se determinar níveis de P e Zn, ou de uma relação P/Zn, favoráveis ao crescimento da seringueira. Aplicações balanceadas destes dois nutrientes, à semelhança do que tem sido observado em outras culturas (ELLIS et alii 1964; SHARMA et alii, 1968; TAKKAR et alii, 1976 e SINGH et alii, 1986) poderiam proporcionar um aumento no desenvolvimento vegetal. Especificamente no caso de plântulas de seringueira, poderiam adiantar o ponto de enxertia, obtendo-se assim mudas em um espaço de tempo mais curto.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Material de Solo

O presente estudo foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Ciência do Solo da Escola Superior de Agricultura de Lavras, em vasos contendo 5,5 dm<sup>3</sup> de um Latossolo Vermelho Escuro distrófico, textura muito argilosa, fase cerrado (LIMA, 1987), coletado no município de Lavras (MG), na camada de 0 - 20 cm de profundidade, cujas características são apresentadas no Quadro 1.

QUADRO 1. Características químicas e físicas das amostras de solo ao natural (camada 0 - 20 cm)\*.

Características	LEd
pH H <sub>2</sub> O	4,9
pH KCl - 1N	4,3
P (ppm)	1,0
K (ppm)	23,0
Ca <sup>+2</sup> (neq/100cm <sup>3</sup> )	0,4
Mg <sup>+2</sup> (neq/100cm <sup>3</sup> )	0,2
Al <sup>+3</sup> (neq/100cm <sup>3</sup> )	0,4
H <sup>+</sup> + Al <sup>+3</sup> (neq/100cm <sup>3</sup> )	3,6
Matéria Orgânica (%)	2,4
Cu (ppm)	2,2
Fe (ppm)	48,0
Mn (ppm)	4,6
Zn (ppm)	0,5
Dp (g/cm <sup>3</sup> )	2,7
Argila (%)	61,0
Silte (%)	21,0
Areia (%)	18,0

\* Análises realizadas pelos Laboratórios do Departamento de Ciências do Solo da ESAL.

### 3.2. Semeadura e Transplântio

As sementes de seringueira, de clones indefinidos, provenientes de seringais de cultivo no Oeste do Estado de São Paulo, foram previamente desinfetadas com hipoclorito de sódio a 1%, por imersão durante 10 minutos, com o objetivo de se evitar contaminação por fungos. Receberam três banhos com água destilada e foram, então, semeadas em bandejas contendo uma camada de 15 cm de vermiculita, irrigada com  $\text{CaSO}_4$   $10^{-4}\text{M}$ . Após emissão do primeiro lançamento maduro, as plântulas foram transplantadas para os vasos definitivos. Cada vaso recebeu duas plântulas, constituindo-se uma parcela.

### 3.3. Delineamento Experimental e Tratamentos

O experimento foi instalado segundo o Delineamento Inteiramente Casualizado, em esquema fatorial  $4 \times 3$ , com 12 tratamentos e 4 repetições. Os fatores constituíram respectivamente: 4 doses de P(0, 150, 300 e 450  $\text{mgP/dm}^3$  solo) aplicadas na forma de superfosfato triplo (ST) e 3 doses de Zn(0, 5 e 10  $\text{mgZn/dm}^3$  solo) na forma de sulfato de zinco. O ST foi finamente moído em grau e misturado em todo o solo. O Zn foi aplicado via solução.

Foi feita uma calagem (calcário calcinado - 40% CaO e 15% MgO), 90 dias antes do transplântio, sendo calculada pelo método de saturação por bases, conforme QUAGGIO (1983), de maneira a elevar este índice ao valor de 50%, o qual é recomendado para a

seringueira (RAIJ, 1983).

O solo recebeu também uma adubação de plantio, via solução, que foi aplicada quatro dias antes da colocação das plântulas nos vasos. Os nutrientes N e K foram aplicados parceladamente em quatro doses, sendo a primeira junto com a adubação de plantio e as demais aos 25, 60 e 140 dias após o transplante, também via solução. Os nutrientes fornecidos estão listados no Quadro 2. As doses recomendadas estão de acordo com MALAVOLTA (1980) para experimentos em casa de vegetação, com exceção das doses de Mg, N e K. A dose de Mg foi aumentada de modo a dar uma relação Ca:Mg de 2:1, a qual parece ser adequada no caso da seringueira (BARROS & ALVES, 1985). O N e o K foram aumentados em 100 e 50 mg/dm<sup>3</sup>, respectivamente, devido ao prolongamento do experimento em 30 dias além do previsto, que era de 180 dias.

QUADRO 2. Nutrientes fornecidos na adubação básica.

Nutrientes	Fonte	mg nutriente/dm <sup>3</sup> solo
N	CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	400
K	KCl	200
Mg	MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	36
B	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	0,5
Cu	CuCl <sub>2</sub>	1,5
Mo	MoO <sub>3</sub>	0,1



### 3.4. Condução do Experimento

As plantas de seringueira cresceram em vasos plásticos contendo 5,5 dm<sup>3</sup> de solo. Receberam água desmineralizada de modo a manter unidade correspondente a 60% do V.T.P., sendo o controle feito por pesagens dos vasos.

A colheita das plantas foi feita aos 210 dias após o transplante, período que corresponde, geralmente, à fase de produção de porta-enxertos para enxertia "verde". A seguir, as plantas foram secas em estufa (70 °C) com circulação forçada de ar, separando-se raiz, caule e folhas para determinação de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn.

Foram avaliadas também as seguintes variáveis: altura de plantas, comprimento médio entre lançamentos foliares, área foliar, diâmetro do caule a 5cm do solo, matéria seca das plantas e teor de clorofila nas folhas.

### 3.5. Análises Químicas de Matéria Seca

As determinações de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn na raiz, caule e folhas foram feitas segundo MALAVOLTA et alii (1989). Os extratos da matéria seca dos tecidos foram obtidos por digestão nitro-perclórica, exceto para o nutriente B, cuja extração foi por via seca. P e B foram determinados por colorimetria; Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn por espectrometria de absorção atômica; K por fotometria de chama e S por turbidimetria. Os teores de N foram determinados pelo método semi-micro Kjeldahl.

### 3.6. Análises Químicas do Solo

Os teores de P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn, além do pH(H<sub>2</sub>O), Al e acidez potencial, foram determinados em amostras de solo coletadas após a incubação com os tratamentos, por ocasião do transplântio. Posteriores análises foram feitas por ocasião da colheita. Em ambos os casos as determinações foram efetuadas conforme VETTORI (1969) com modificações (EMBRAPA, 1979) para pH(H<sub>2</sub>O), acidez potencial (H + Al), Ca, Mg e Al (extraídos pelo KCl 1,0N), P, K, Cu, Fe, Mn e Zn (extraídos pelo HCl 0,05N + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,025N). O S foi determinado por turbidimetria e o B por colorimetria, segundo RAIJ et alii (1987).

### 3.7. Análises Estatísticas

Foram feitas análises de variância e regressão para as seguintes variáveis: altura de plantas, comprimento médio entre lançamentos foliares, diâmetro do caule à 5cm do solo, área foliar, teor de clorofila, matéria seca total, níveis de P e Zn no solo, quantidade acumulada e teores de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn nos tecidos vegetais. Fez-se também análise de regressão da matéria seca total e do diâmetro do caule a 5cm do solo com as relações K/P, Ca/P, Mg/P, S/P, P/B, P/Cu, P/Fe, P/Mn e P/Zn nos tecidos foliares, e com a relação P/Zn no solo.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Níveis Iniciais de Fósforo e Zinco no Solo

Verifica-se nas Figuras 1 e 2 que os níveis de P e de Zn foram crescentes em resposta à aplicação de fósforo e zinco, respectivamente. Contudo, as doses de P não afetaram os níveis de Zn, nem as doses de Zn afetaram os níveis de P no solo (Quadro 1A). Os baixos níveis observados, relativamente às doses de P aplicadas, podem ser explicados pela elevada capacidade de adsorção do solo em estudo. LIMA<sup>1</sup>, trabalhando com o mesmo solo, em condições semelhantes de pH, elaborou uma curva de adsorção de fosfato onde verificou-se este comportamento. Ele observou que para ter 0,2 ppm de P na solução de equilíbrio, o solo adsorveu algo em torno de 450  $\mu\text{gP/g}$  solo, ou seja, 450 ppm de P.

Os níveis de Zn no solo, verificados nos tratamentos sem zinco (da ordem de 1,24 ppm de Zn) estão um pouco superiores ao nível apresentado na análise de solo ao natural (0,5 ppm de Zn). Parte desta elevação (0,13 ppm) é devida à presença de pequenas quantidades de Zn encontradas no calcário utilizado, da ordem de 188 ppm como Zn total, extraído conforme metodologia usada para extração de Ca e Mg totais em material calcário (ANDA, 1989). Uma

<sup>1/</sup> LIMA, J.M. Comunicação pessoal

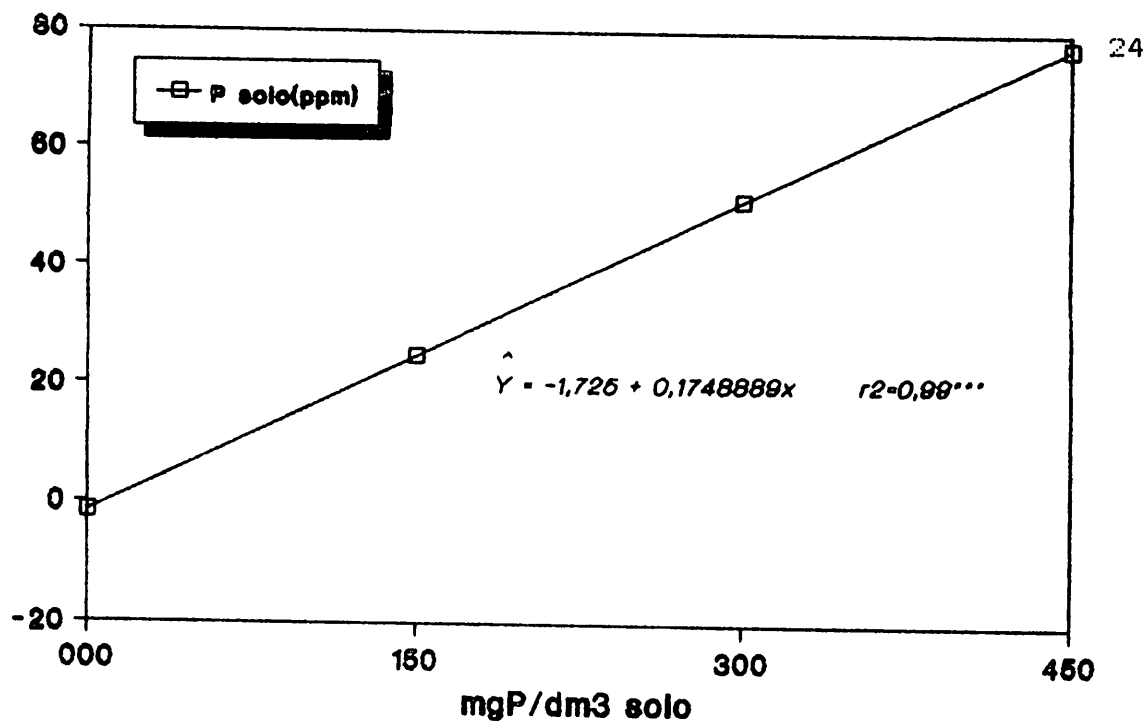


FIGURA 1. Níveis iniciais de P no solo em função das doses de P aplicadas.  
 \*\*\* Significativo ao nível de 0,1% pela regressão.

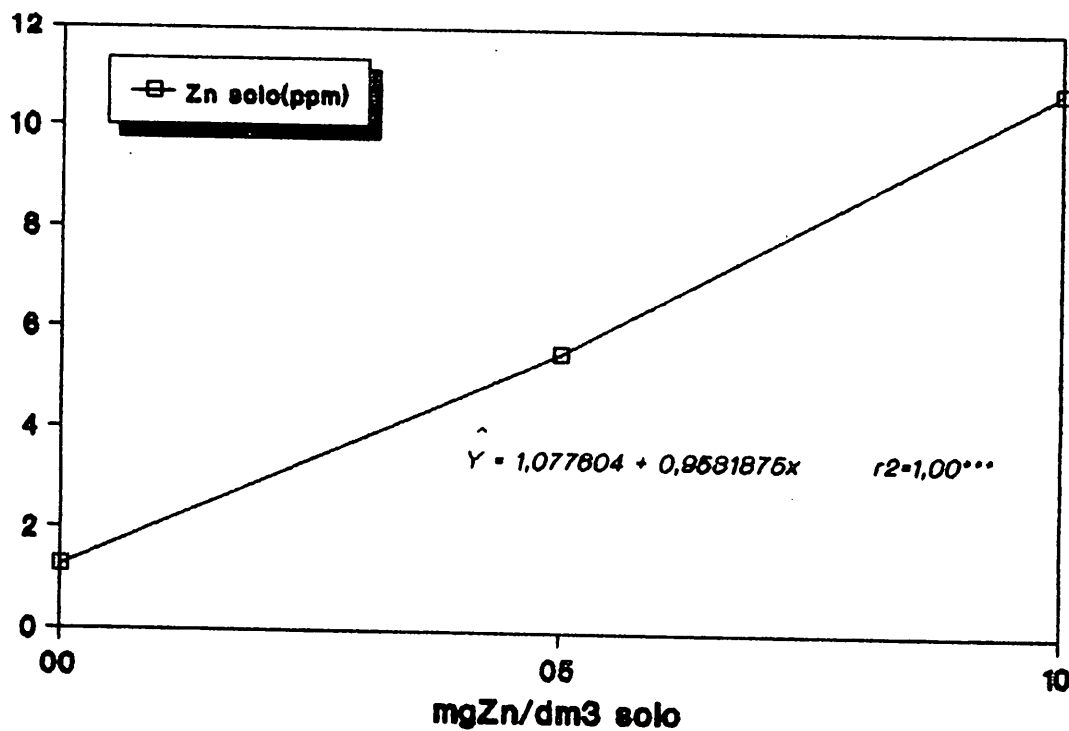


FIGURA 2. Níveis iniciais de Zn no solo em função das doses de Zn aplicadas.  
 \*\*\* Significativo ao nível de 0,1% pela regressão

liberação de Zn da matéria orgânica, com a mineralização, após a calagem, também poderia explicar parte desta elevação dos níveis de Zn do solo.

Conforme comentado anteriormente, os níveis de Zn no solo não variaram devido à aplicação das doses crescentes de P, indicando que a interação P-Zn não ocorre a nível de solo, o que também foi constatado por PASRICHA et alii (1987). O efeito positivo do fósforo sobre a acumulação de Zn nos tecidos vegetais (Figura 39) confirma esta constatação, indicando, também, que as doses crescentes de P não afetaram a absorção de Zn pelas plantas, discordando do que foi observado por TAKKAR et alii (1976).

Foram feitas análises de regressão para estimar as relações P/Zn no solo que favoreceriam a maior produção de matéria seca total (MST) e o maior crescimento do diâmetro do caule (DIAM) das plantas. Pelas figuras 3 e 4 nota-se que relações P/Zn na faixa de 39 para MST e 41 para DIAM seriam as mais equilibradas.

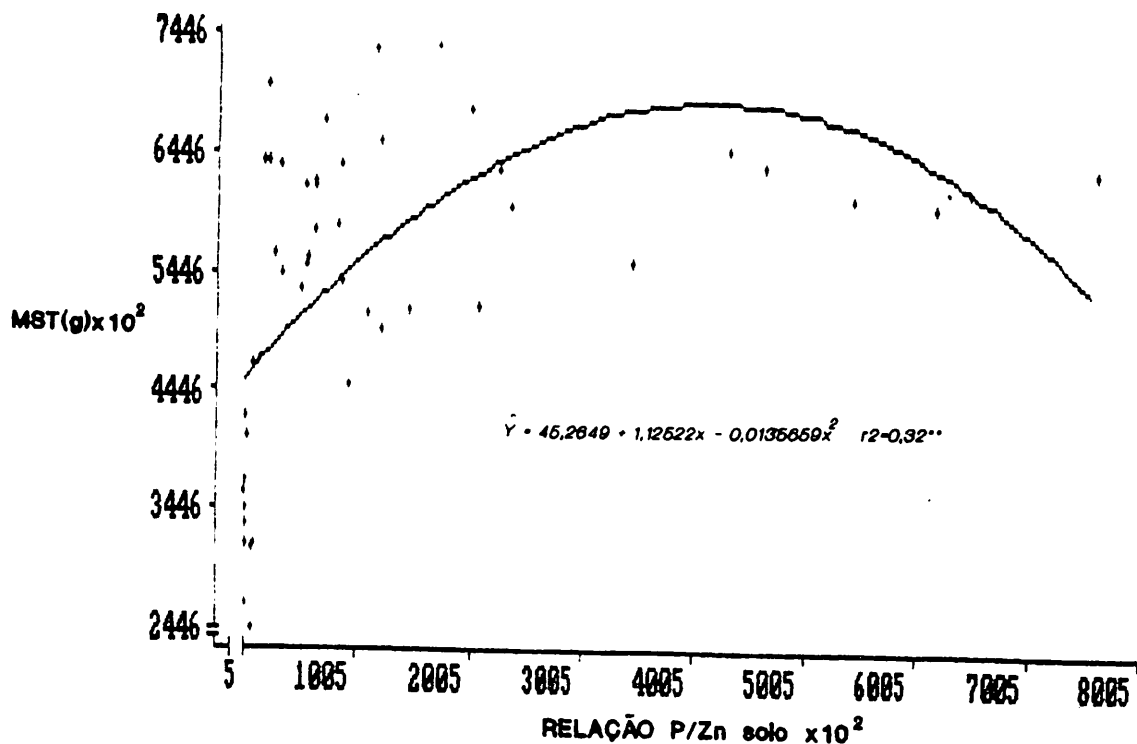


FIGURA 3. Efeito da relação P/Zn no solo, ao início do experimento, na produção de matéria seca total das plantas.

\*\* Significativo ao nível de 1% pela regressão.

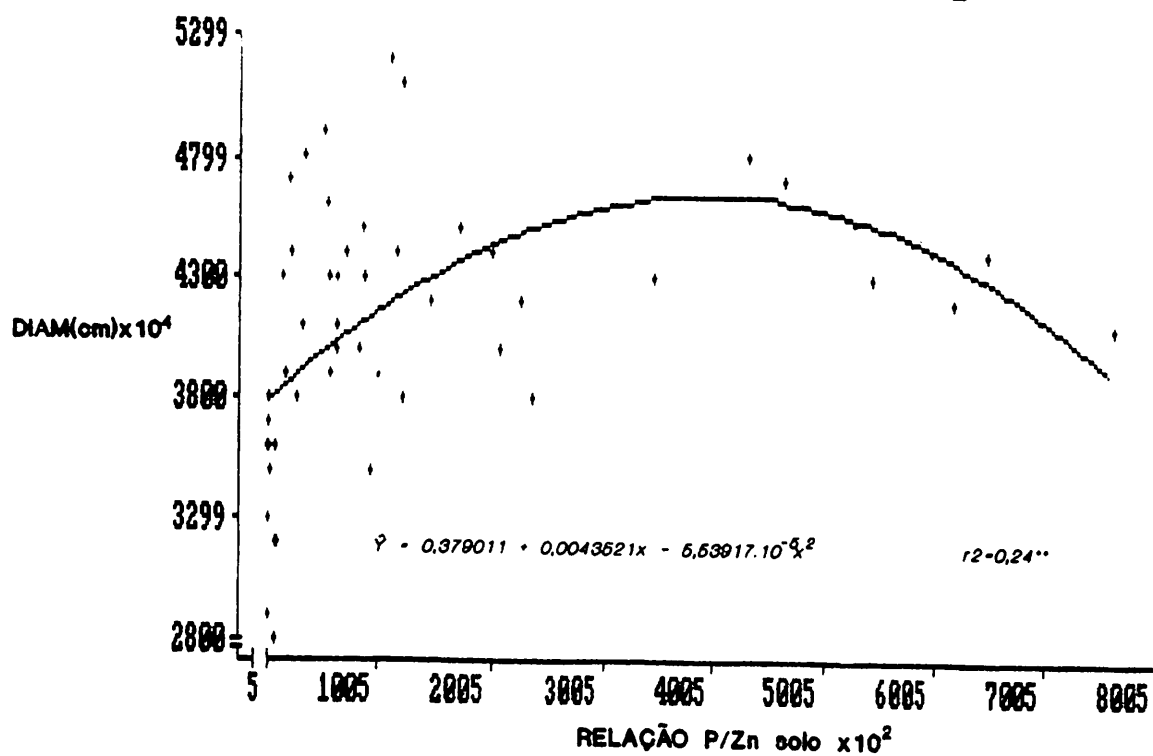


FIGURA 4. Efeito de relação P/Zn no solo, ao início do experimento, no diâmetro do caule a 5cm do solo.

\*\* Significativo ao nível de 1% pela regressão.

#### 4.2. Parâmetros de Crescimentos e Teores de Clorofila nas Plantas

As variações na altura, diâmetro do caule, comprimento médio entre lançamentos, matéria seca total, área foliar e teor de clorofila das plantas, em função dos tratamentos aplicados, podem ser observadas no Quadro 2A. Com exceção da variável altura, que apresentou um comportamento linear positivo, as demais variáveis ajustaram-se a equações quadráticas, em resposta às doses de P aplicadas, sendo que o nível ótimo de fósforo estimado situou-se em torno de 300 mgP/dm<sup>3</sup> solo. Os parâmetros avaliados e, também, os teores de clorofila não apresentaram diferenças significativas em resposta à aplicação de Zn, como pode-se notar no Quadro 2A. Os níveis de Zn no solo, após a calagem, ao que tudo indica, foram suficientes para promover o crescimento das plantas, sendo que a aplicação das doses de 5 e 10 mgZn/dm<sup>3</sup> solo não surtiu qualquer efeito no crescimento e na clorofila das plantas. O comportamento das variáveis em resposta às doses de P pode ser observado nas Figuras 5, 6, 7, 8, 9 e 10.

Na ausência de P, os teores de clorofila nas folhas foram bem inferiores aos observados quando da aplicação de P (Figura 10). Todavia não é possível saber se ocorreu diminuição do número de grana por cloroplasto (HAMZAH & GOMEZ, 1981), pois não foram feitas análises da estrutura das folhas, contudo, as plantas dos tratamentos sem P apresentaram-se cloróticas. Não verificou-se o bronzeamento das folhas, que é um sintoma típico de deficiência de fósforo em seringueira. Mas estas plantas, apresentaram um cres-

cimento raquítico, caracterizado por altura, diâmetro de caule à 5cm do solo, comprimento médio entre lançamentos, matéria seca total e área foliar inferiores às plantas que receberam P, (Quadro 2A).

Efeitos positivos da aplicação de fósforo sobre o diâmetro do caule têm sido observados por REIS et alii (1977), ONUWAJE & UZU (1980), VIEGAS (1985) e ALVES (1987). Respostas ao P, em altura, têm sido verificadas por ONUWAJE & UZU (1980), VIEGAS (1985) e ALVES (1987), e um aumento na produção de matéria seca, devido às doses de P, foi notado por ZAKARIA et alii (1979) e por ONUWAJE & UZU (1980).

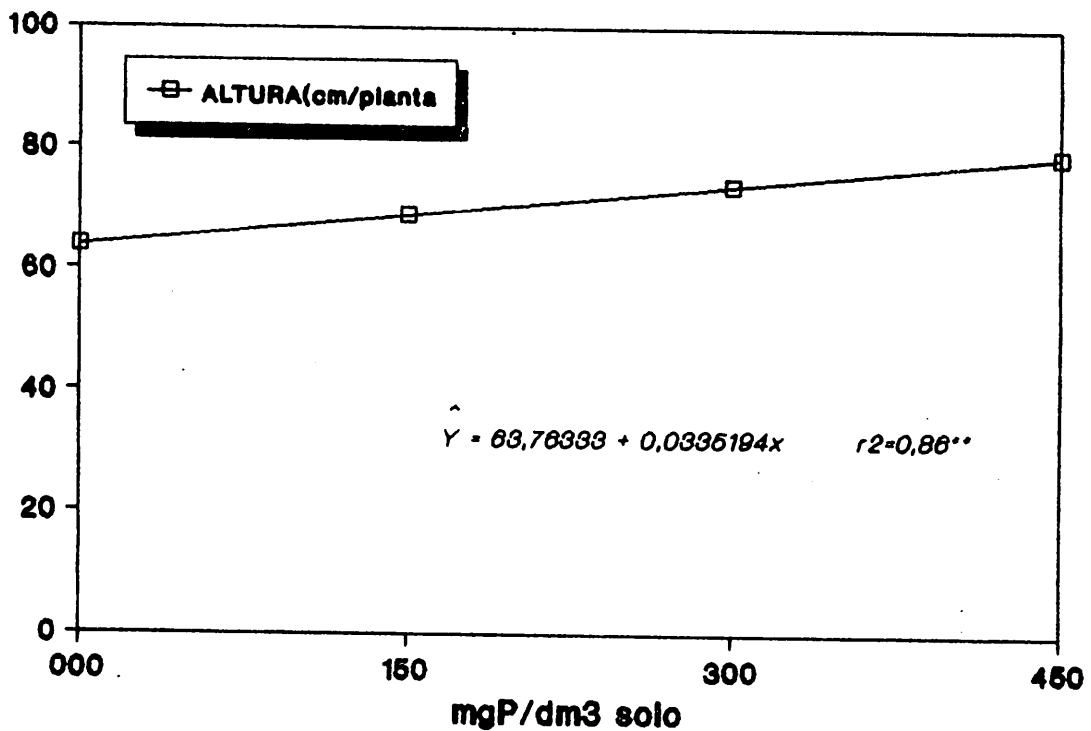


FIGURA 5. Altura de plantas em função das doses de P.  
**\*\*** Significativo ao nível de 1% pela regressão.



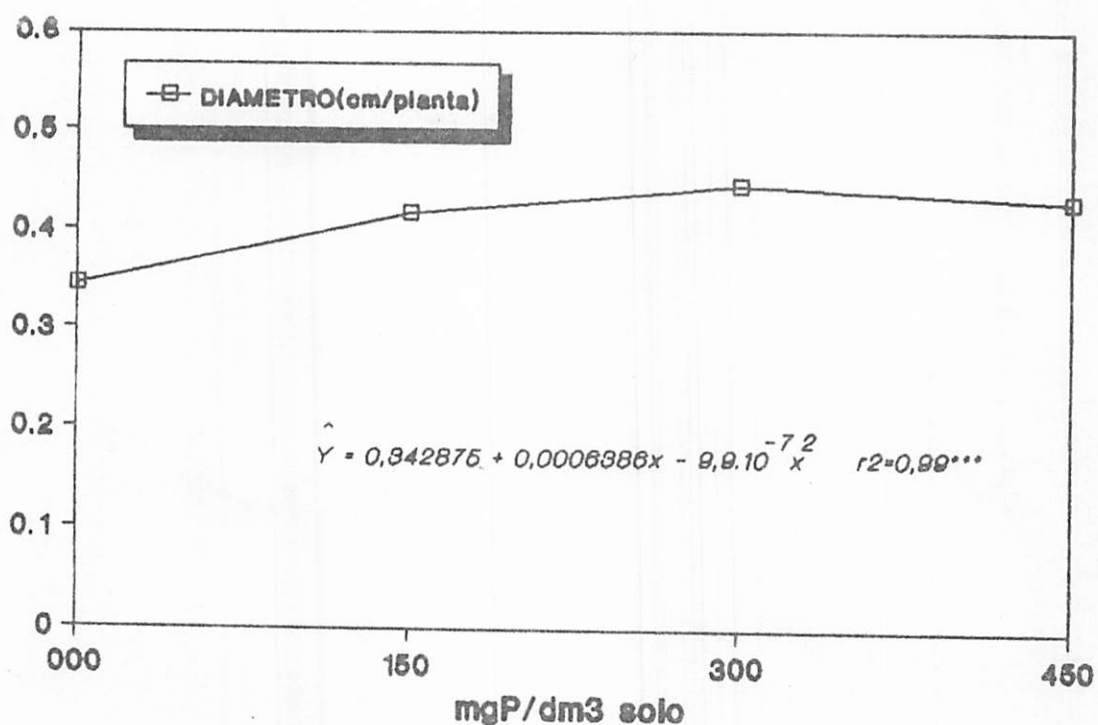


FIGURA 6. Diâmetro do caule das plantas a 5 cm do solo em função das doses de P.  
\*\*\* Significativo ao nível de 0,1% pela regressão.

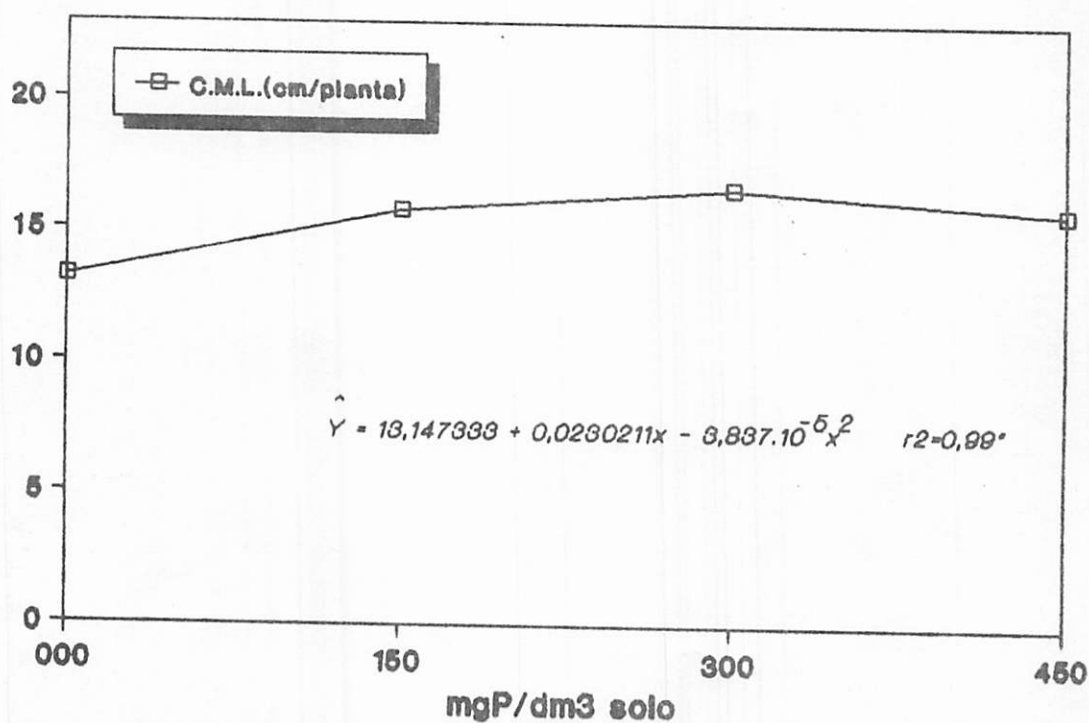


FIGURA 7. Comprimento médio entre lançamentos foliares em função das doses de P.  
\* Significativo ao nível de 5% pela regressão.

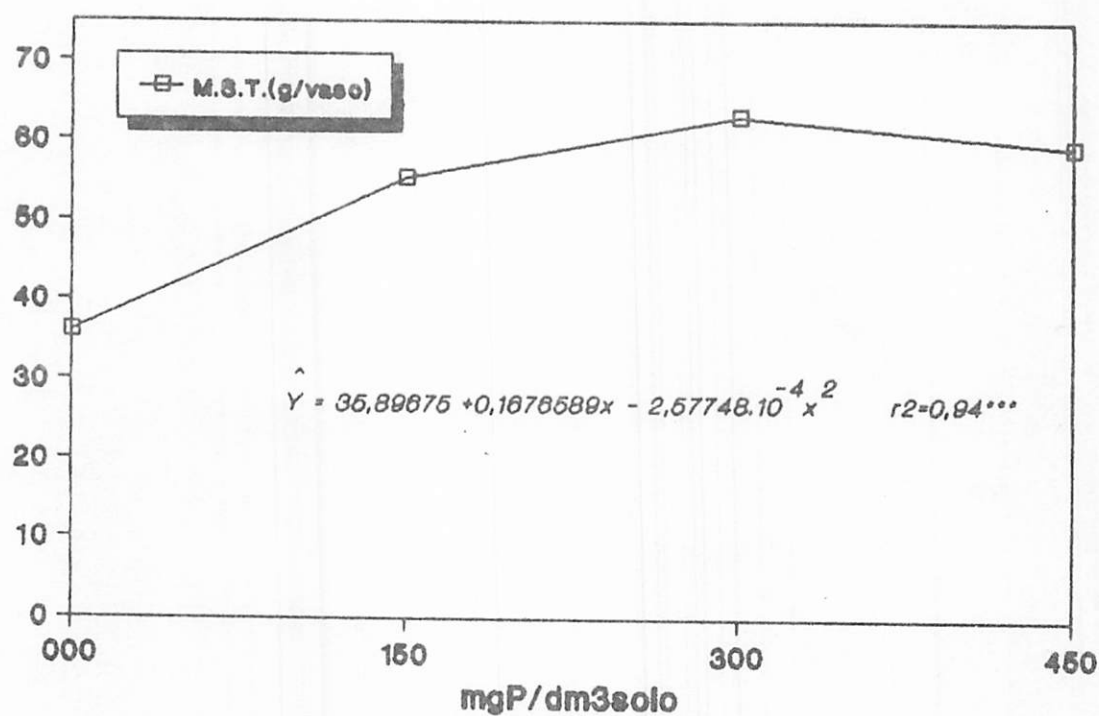


FIGURA 8. Matéria seca total das plantas em função das doses de P.  
 \*\*\* Significativo ao nível de 0,1% pela regressão.

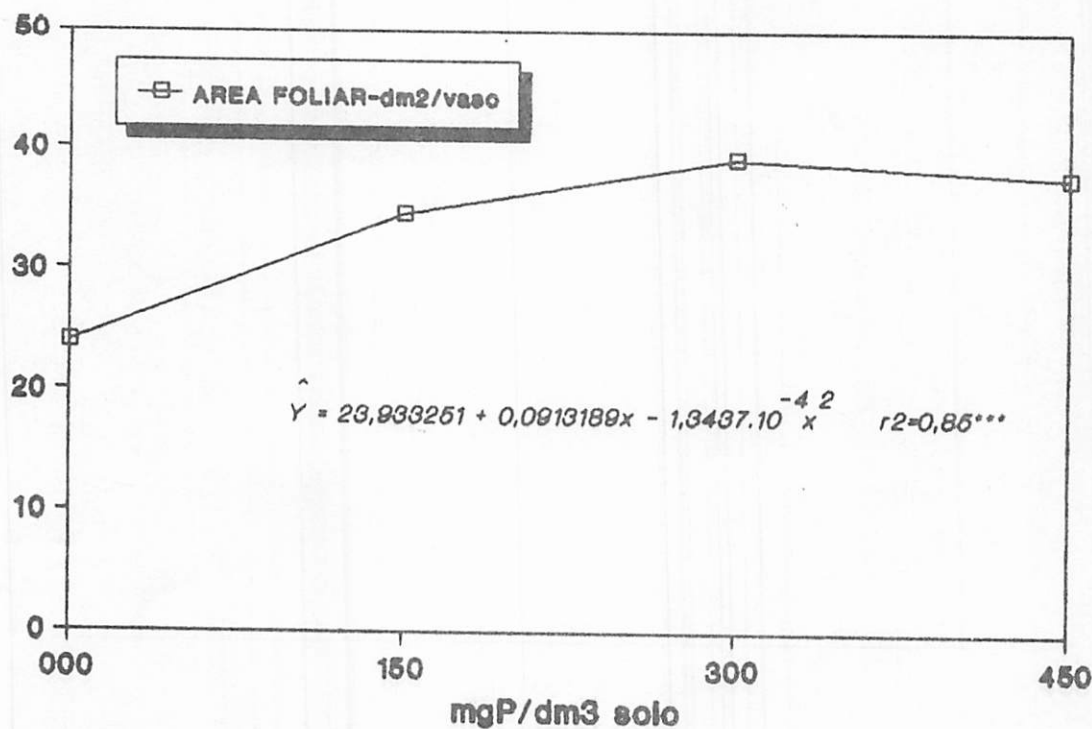


FIGURA 9. Área foliar das plantas em função das doses de P.  
 \*\*\* Significativo ao nível de 0,1% pela regressão.

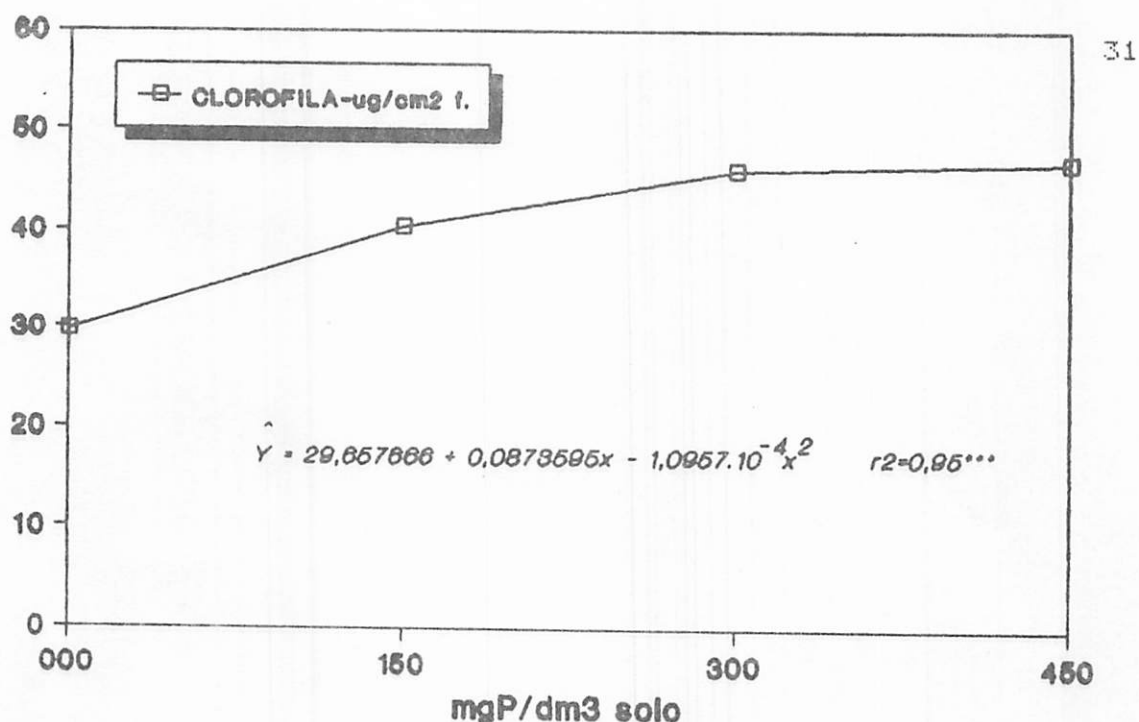


FIGURA 10. Teores de clorofila nas folhas em função das doses de P.  
 \*\*\* Significativo ao nível de 0,1% pela regressão.

O diâmetro do caule a 5cm do solo é o parâmetro que determina se o porta-enxerto está apto ou não para receber a borbulha, pois é nesta região do caule onde usualmente se faz a enxertia. No presente trabalho, a dose ótima de P estimada para este parâmetro foi em torno de 320 mgP/dm<sup>3</sup> solo (0,88 gP/planta). Este valor é superior aos encontrados, sob condições de viveiro, por REIS et alii (1977) de 0,51 gP/planta nas condições da Bahia, é próximo aos encontrados por ALVES (1987) de 0,92 gP/planta nas condições do Anapá, mas é bem inferior aos observados por VIÉGAS (1985) de 2,08 gP/planta, nas condições de Bélem (PA). Vários fatores podem explicar estas diferenças entre as doses. A textura do solo é fator decisivo, pois determina o potencial de fixação de fosfatos e conseqüentemente a disponibilidade de P. A umidade do solo, por

sua vez, é decisiva sobre a difusão de P até as raízes. Outros fatores a considerar são: a granulometria e o método de aplicação do fertilizante, os quais são determinantes sobre a maior ou menor liberação do nutriente e também sobre a maior ou menor fixação deste nutriente do fertilizante pelo solo. A espécie de Hevea utilizada também é fator importante, pois podem existir diferentes exigências nutricionais entre espécies. É difícil saber qual fator ou quais fatores foram determinantes dessas diferenças, contudo deve-se considerar que eles são importantes e que precisam ser analisados em conjunto.

#### 4.3. Teor e Quantidade Acumulada de Nutrientes nas Plantas

##### 4.3.1. Nitrogênio

O teor e a quantidade acumulada de N na raiz, caule e folha das plantas, em função das doses de P e Zn encontram-se no Quadro 3A, onde pode-se observar que somente o fósforo apresentou algum efeito sobre as variáveis. As variações nos teores de N na raiz e caule, em função das doses de P, ajustaram-se a equações quadráticas. Os teores de N na folha não variaram em função das doses de P, concordando com o comportamento verificado por ALVES (1987) e por PUSHPADAS et alii (1983) em plantas adultas de seringueira. Os teores de N na raiz e caule decresceram até os valores estimados de 274 e 279  $\text{ngP/dm}^3$  solo respectivamente, voltando a subir com o incremento das doses, como pode ser obser-

vado na Figura 11. Este decréscimo parece estar relacionado com um "efeito de diluição" do nutriente N, devido ao crescimento da planta em resposta ao P, o qual foi máximo para dose de fósforo estimada em torno de 300 mgP/dm<sup>3</sup> solo. A crescente quantidade acumulada de nitrogênio com o aumento das doses de fósforo reforça a ocorrência do efeito de diluição, o que também foi observado por LOPES (1988). As variações nas quantidades acumuladas na raiz e folha ajustaram-se a equações quadráticas (Figura 13) e no caule a uma equação linear (Figura 12), sendo que as quantidades máximas acumuladas de N na raiz e caule ocorreriam com a aplicação de doses estimadas de 308 e 338 mgP/dm<sup>3</sup> solo respectivamente. A acumulação de N na planta seguiu a seguinte ordem: N<sub>folha</sub> > N<sub>raiz</sub> > N<sub>caule</sub> (Quadro 3A).

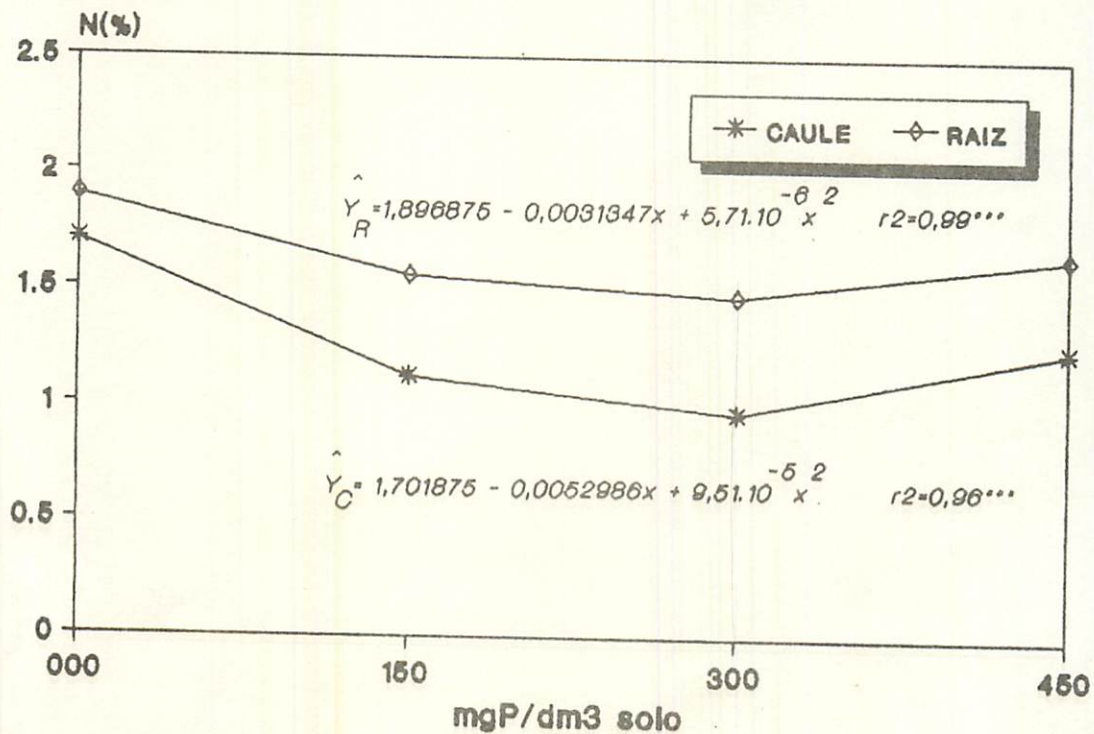


FIGURA 11. Teores de N na raiz e no caule, em função das doses de P.  
 \*\*\* Significativo ao nível de 0,1% pela regressão.



t

,

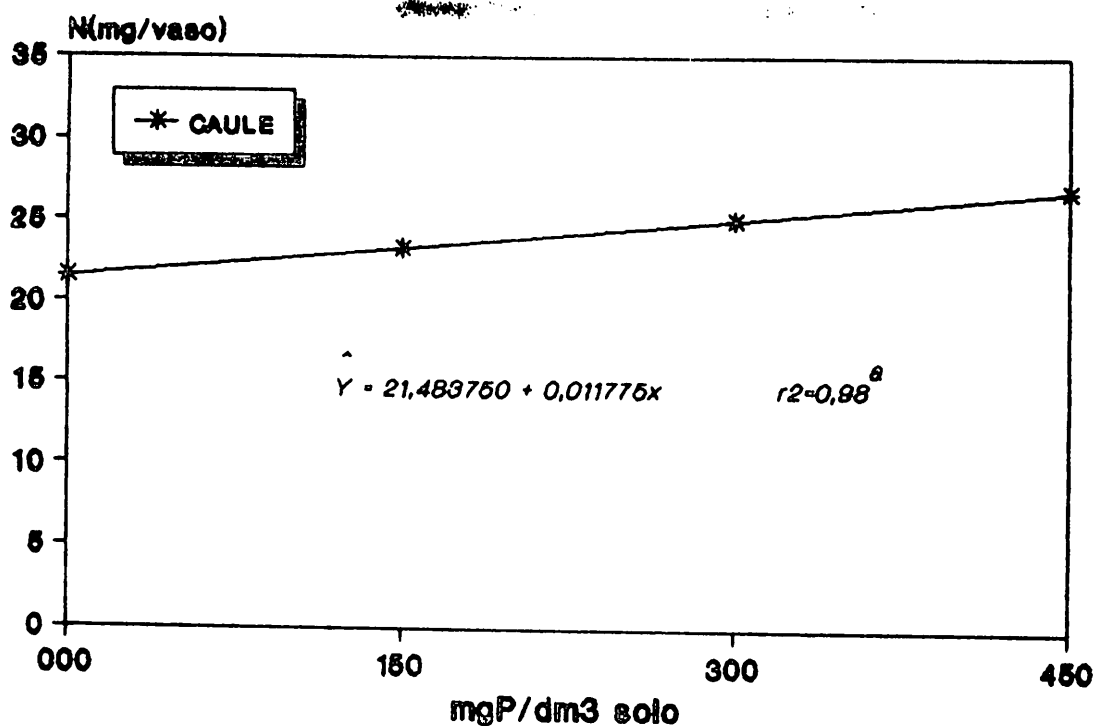


FIGURA 12. Quantidade acumulada de N no caule em função das doses de P.  
a - Significativo ao nível de 6% pela regressão.

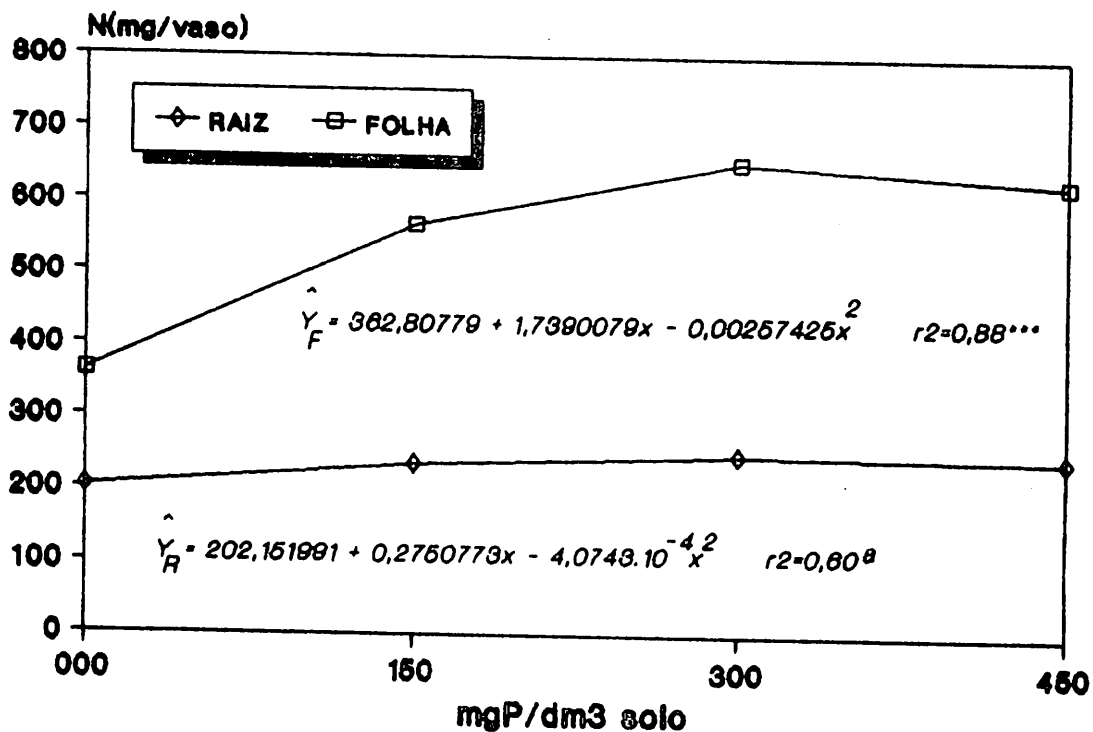


FIGURA 13. Quantidade acumulada de N na raiz e na folha em função das doses de P.  
a ; \*\*\* Significativo aos níveis de 6% e 0,1%, respectivamente, pela regressão.

#### 4.3.2. Fósforo

O teor e a quantidade acumulada de P nas plantas variaram somente em função das doses de fósforo (Quadro 4A), sendo que as doses aplicadas provocaram efeitos quadráticos sobre todas as variáveis.

Os valores máximos de teor e quantidade acumulada de P na raiz e na folha, obtidos pela regressão, ocorreriam quando da aplicação de doses estimadas em torno de 300 mgP/dm<sup>2</sup> solo, o que pode explicar o maior crescimento das plantas, em resposta ao fósforo que foi obtido com doses estimadas semelhantes a essa (ver item 4.2).

Efeitos positivos de aplicação de fósforo no solo, sobre os teores de P nas folhas têm sido observados por VIEGAS (1985), ALVES (1987), BERNIZ (1987) e LOPES (1988), sendo que este último autor também verificou um aumento na absorção total de P com as doses crescentes de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Nas Figuras 14 e 15 pode-se observar o comportamento de teores e quantidades de P na planta, em função do fósforo aplicado. Nota-se que a acumulação total, à semelhança do N, segue a seguinte ordem: P<sub>folha</sub> > P<sub>raiz</sub> > P<sub>caule</sub>.



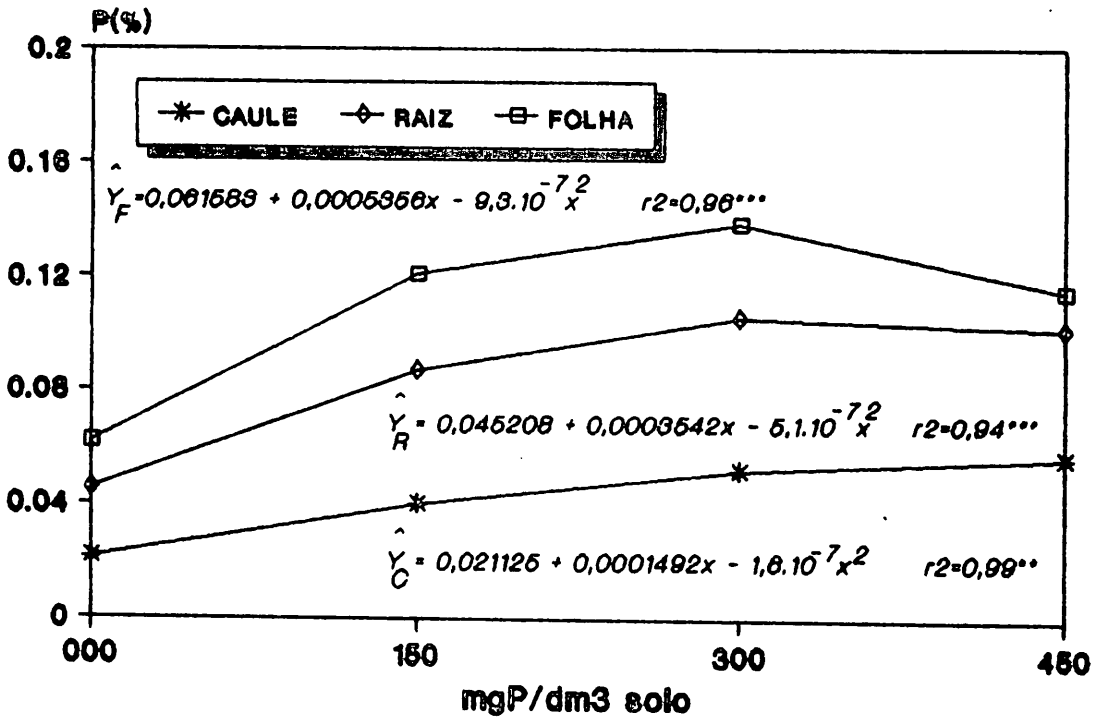


FIGURA 14. Teores de P na planta em função das doses de P.  
 \*\*; \*\*\* Significativo aos níveis de 1 e 0,1%, respectivamente, pela regressão.

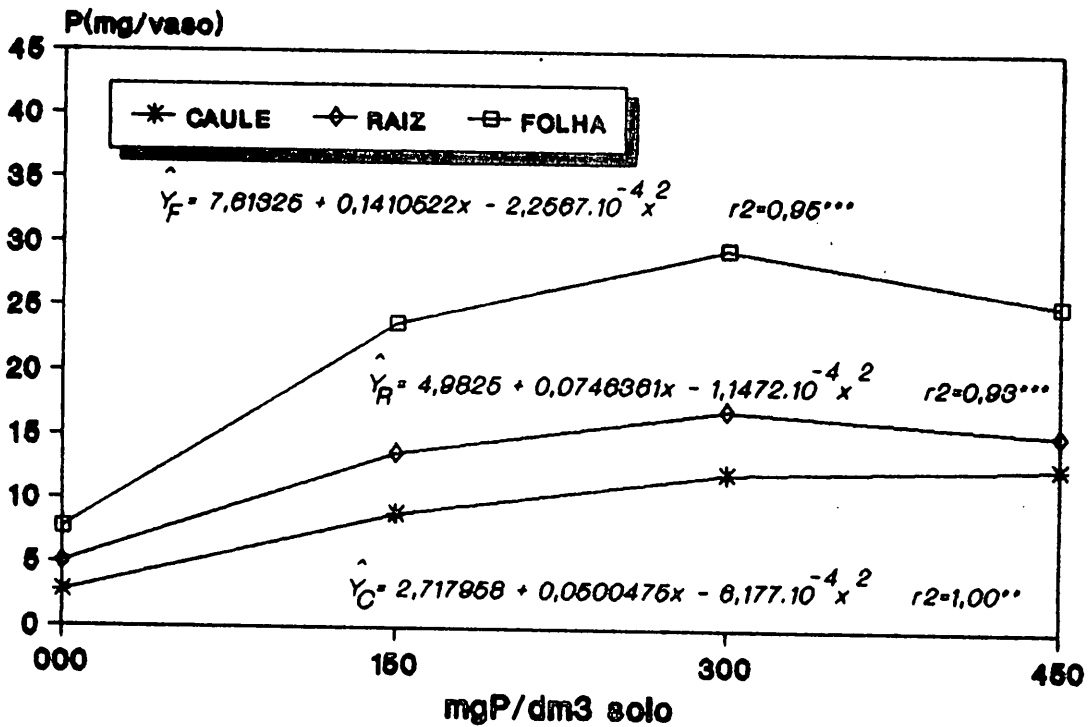


FIGURA 15. Quantidade acumulada de P na planta em função das doses de P.  
 \*\*; \*\*\* Significativo aos níveis de 1 e 0,1%, respectivamente, pela regressão.

#### 4.3.3. Potássio

As variações no teor e quantidade acumulada de potássio na planta, em função dos tratamentos, são apresentadas no Quadro 5A. Sómente as doses de fósforo tiveram efeito sobre estas variações. Os teores foliares de K decresceram com as doses crescentes de P (Figura 16). Efeitos da aplicação de fósforo induzindo diminuição na concentração de potássio em folhas de seringueira também foram observados por VIRGAS (1985), ALVES (1987) e LOPES (1988), mas não por BERNIZ (1987), que não verificou efeito algum. Os teores de potássio no caule não variaram significativamente, mas os teores nas raízes cresceram com as doses de P, acompanhando o comportamento verificado para acumulação de K na raiz, o qual parece ser decorrente do maior crescimento da planta (Figura 8), devido às crescentes doses de P, favorecendo a absorção de potássio. Este maior crescimento, observado em resposta ao P, também promoveu os maiores acúmulos de potássio na raiz e no caule (Figura 17).

A acumulação de potássio na folha sofreu efeitos quadráticos das doses de P, crescendo até a dose estimada de 243 mgP/dm<sup>3</sup> solo e decrescendo com doses maiores (Figura 17).

A diminuição na concentração e na quantidade acumulada de um determinado nutriente associada a um aumento na produção de matéria seca, em resposta a um fator qualquer (o fósforo nesse caso), também caracteriza um "efeito de diluição" (JARREL & BEVERLY, 1981). Mas, além do efeito de diluição, a diminuição no teor e

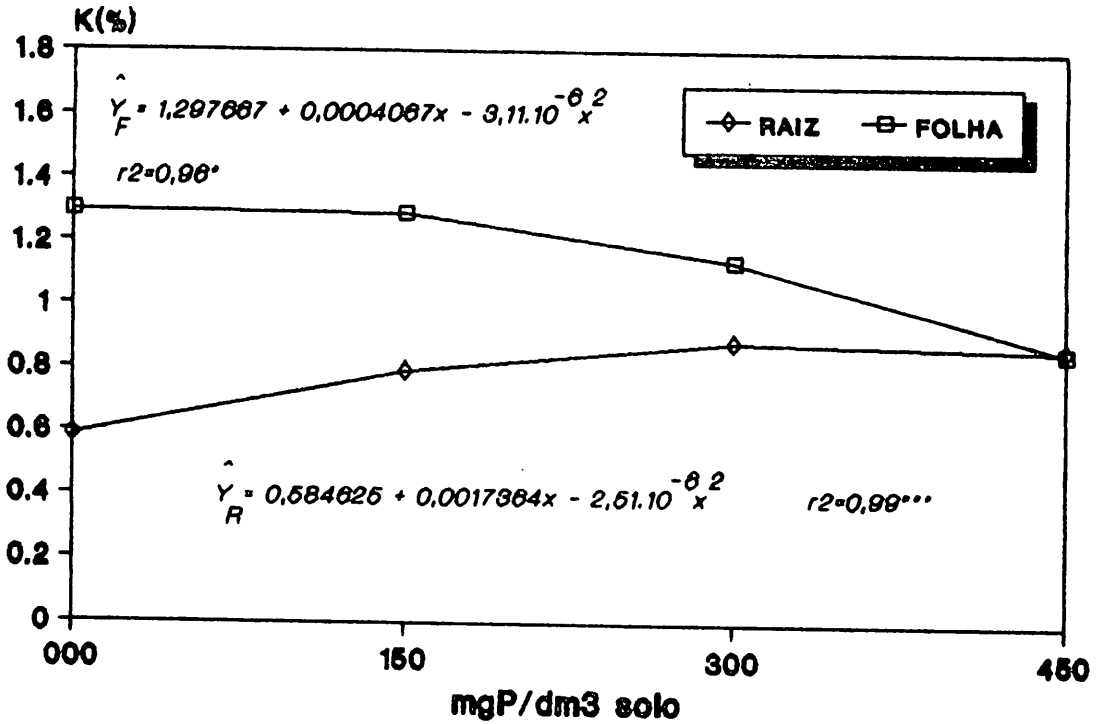


FIGURA 16. Teores de K raiz e na folha em função das doses de P. \*; \*\*\* Significativo aos níveis de 5 e 0,1%, respectivamente, pela regressão.

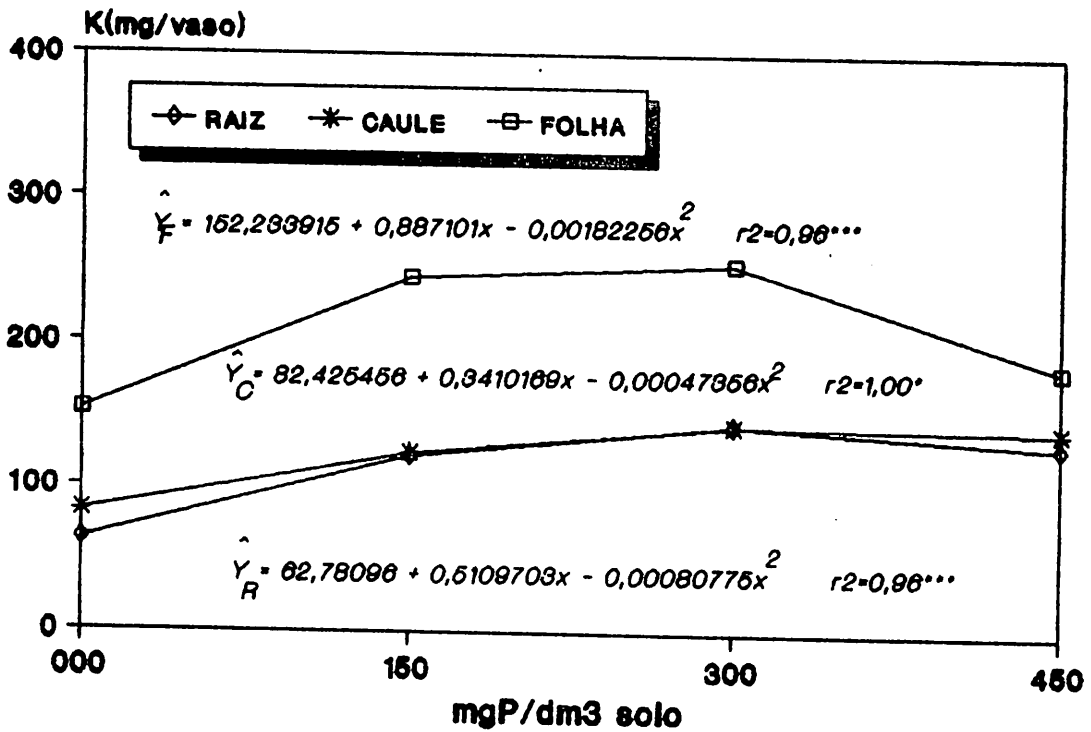


FIGURA 17. Quantidade acumulada de K na planta em função das doses de P. \*; \*\*\* Significativo aos níveis de 5 e 0,1%, respectivamente, pela regressão.

quantidade acumulada de K na folha parece estar relacionada com o aumento do teor e quantidade de Ca, nas maiores doses de P (Figuras 18 e 19), caracterizando a competição entre estes dois nutrientes.

A acumulação total de potássio seguiu ordem diferente da observada para N e P e foi a seguinte:  $K_{folha} > K_{caule} > K_{raiz}$ .

#### 4.3.4. Cálcio

No Quadro 6A, são apresentados os valores de teor e quantidade acumulada de cálcio na raiz, caule e folha das plantas. O teor na raiz foi crescente com as doses de P (Figura 18), ajustando-se uma equação de regressão linear à variação dos dados. No caule e na folha, as variações nos teores de cálcio, em função das doses de P, ajustaram-se a equações quadráticas com teores mínimos estimados para doses de 144 e 196 mgP/dm<sup>3</sup> solo respectivamente. Este decréscimo no teor de cálcio pode ser explicado em parte pelo "efeito de diluição", mas parece estar relacionado com a maior concentração de potássio, observada nas doses mais baixas de P (Figura 16). A competição entre o potássio e o cálcio por sítios de absorção é fato já exaustivamente estudado e comprovado, sendo que a quantidade absorvida de K geralmente é bem superior à de Ca. Com o aumento das doses de P, o Ca fornecido no ST também aumentou e a absorção de Ca, relativamente ao K, parece ter sido superior, explicando a elevação dos teores de Ca e diminuição dos teores de K.

A quantidade acumulada de Ca na planta apresentou-se crescente com as doses de P, ajustando-se regressões lineares para caule e folha e regressão quadrática para raiz. O incremento de quantidade acumulada de Ca, como pode ser observado na Figura 19, pode ser explicado, em parte, pela aplicação no solo de certa quantidade de Ca (0,4; 0,9 e 1,3 meqCa/100 cm<sup>3</sup> solo para as doses crescentes de P) fornecida com o superfosfato triplo. Comportamento semelhante foi verificado por PUSHPADAS et alii (1973), utilizando fosfato de rocha como fonte de P, e por BERNIZ (1987), aplicando superfosfato triplo. A acumulação total de cálcio seguiu ordem semelhante ao potássio:  $C_{\text{raiz}} > C_{\text{caule}} > C_{\text{folha}}$ .

As doses de zinco não apresentaram efeito sobre as variáveis (Quadro 6A).

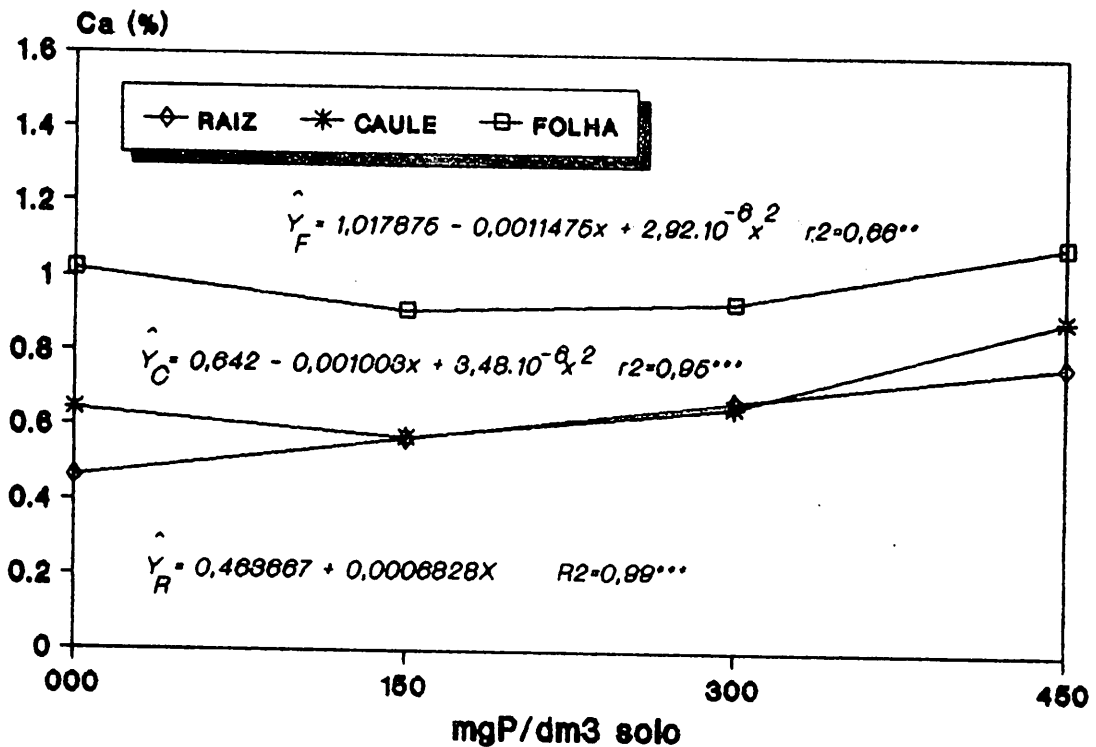


FIGURA 18. Teores de Ca na planta em função das doses de P. \*\*; \*\*\* Significativo aos níveis de 1 e 0,1%, respectivamente, pela regressão.

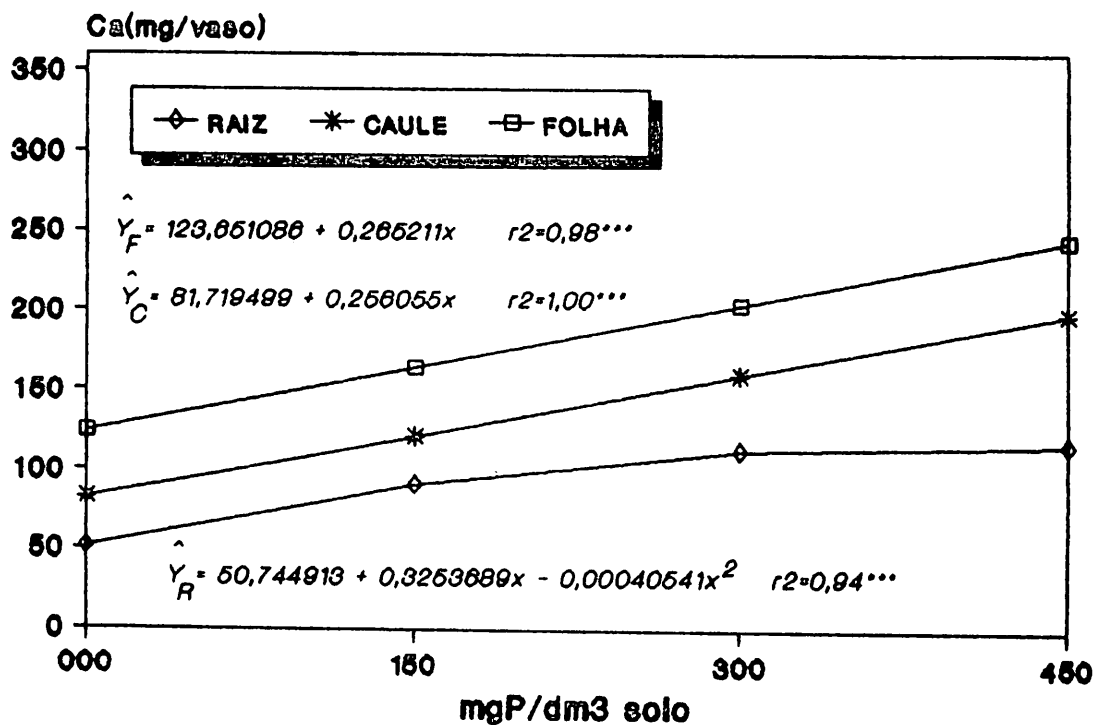


FIGURA 19. Quantidade acumulada de Ca na planta em função das doses de P.  
 \*\*\* Significativo ao nível de 0,1% pela regressão.

#### 4.3.5. Magnésio

O teor e a quantidade acumulada de magnésio na raiz, caule e folha, em função das doses de P e Zn, encontram-se no Quadro 7A. Sómente as doses de fósforo tiveram efeito sobre as variáveis. Os teores de magnésio apresentaram-se decrescentes com o aumento das doses de P (Figura 20), sendo que, para a raiz, a equação de regressão ajustada foi linear e para o caule e folha foram quadráticas. Decréscimos no teor de magnésio, em folha de seringueira, em função da adubação fosfatada foram também observados por PUSHPADAS et alii (1983). Este decréscimo, à semelhança do que foi comentado para o potássio, parece estar relacionado com a competição no solo entre o ion  $Mg^{+2}$  e o ion  $Ca^2$  por sítios de absorção, uma vez que, com o aumento das doses de P,

ocorreu um incremento no teor de Ca e um decréscimo no de Mg. O aumento na acumulação de K, com as doses de P, também teria favorecido a diminuição do teor de Mg. ALVES (1987), estudando o efeito de doses de potássio sobre o teor de nutrientes em folhas de plântulas de seringueira, observou uma relação de linearidade inversa entre os teores de Mg nas folhas e as doses de  $K_2O$  aplicadas. Um "efeito de diluição" dos teores de Mg, devido ao crescimento das plantas em resposta ao fósforo também pode explicar a diminuição dos teores de magnésio nas plantas, o que é confirmado pelo aumento da quantidade acumulada de magnésio em resposta às doses de P (Figura 21).

A ordem de acumulação de magnésio foi a seguinte: Mg folha > Mg<sub>raiz</sub> > Mg<sub>caule</sub>.

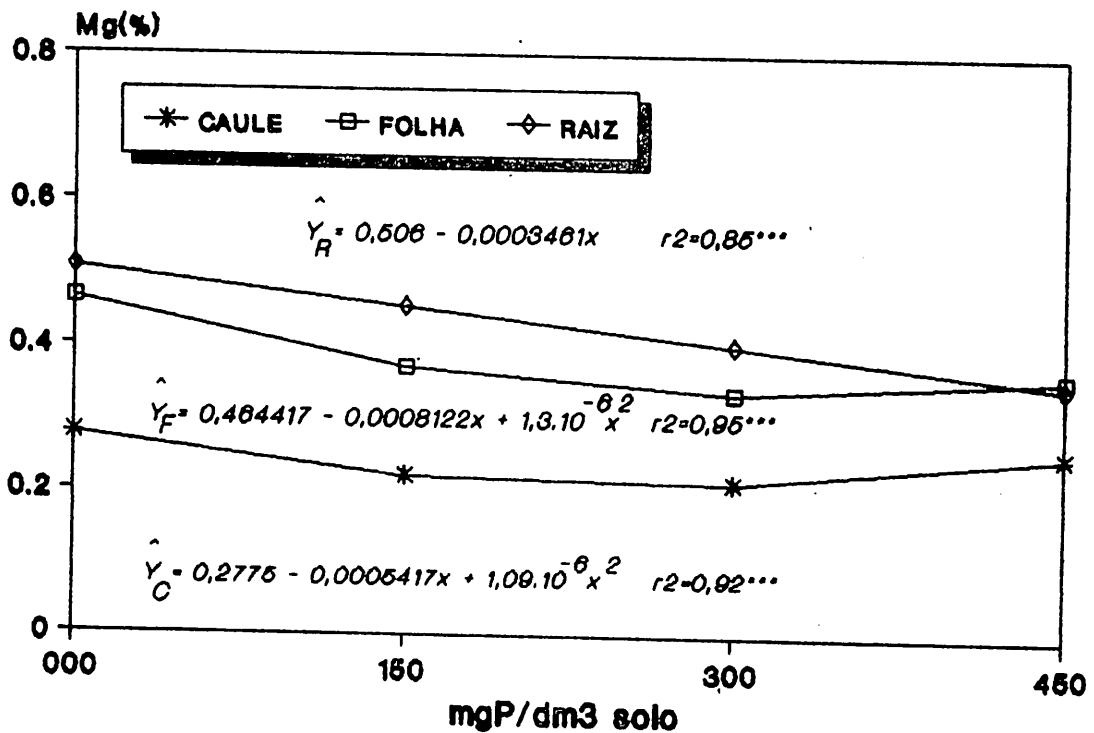


FIGURA 20. Teores de Mg na planta em função das doses de P.  
\*\*\* Significativo ao nível de 0,1% pela regressão.

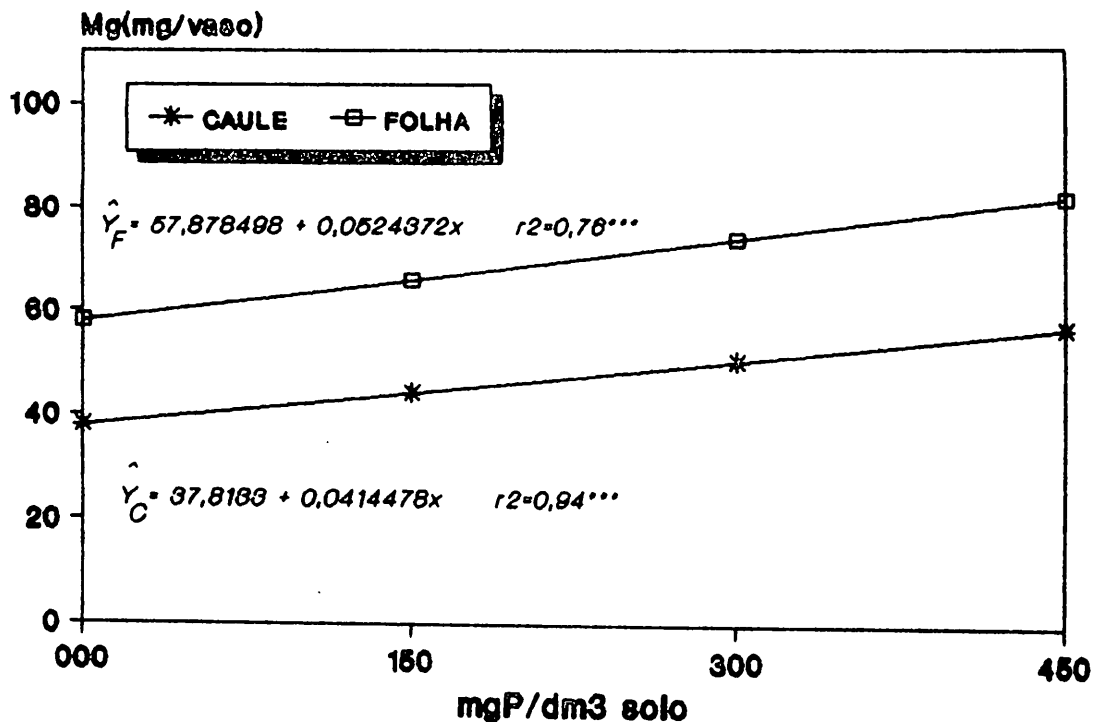


FIGURA 21. Quantidade acumulada de Mg na planta em função das doses de P.  
 \*\*\* Significativo ao nível de 0,1% pela regressão.

#### 4.3.6. Enxofre

O teor e a quantidade acumulada de enxofre nas plantas variaram somente em resposta ao fósforo, sendo que ambos apresentaram-se crescentes com o aumento das doses de P (Figuras 22 e 23).

O aumento observado nos teores de enxofre na raiz, caule e folha não foi muito acentuado (Figura 22), mas foi significativo estatisticamente, o que está de acordo com o comportamento verificado por LOPES (1988), mas inverso ao observado por VIRGAS (1985). A concentração máxima acumulada de enxofre na raiz e folha das plantas, estimada pela regressão, seria observada quando da apli-



cação de dose em torno de 300 mgP/dm<sup>3</sup>, a qual promoveria também, a maior produção de matéria seca (Figura 8).

A acumulação de enxofre obedeceu a seguinte ordem:  
S<sub>folha</sub> > S<sub>raiz</sub> > S<sub>caule</sub>.

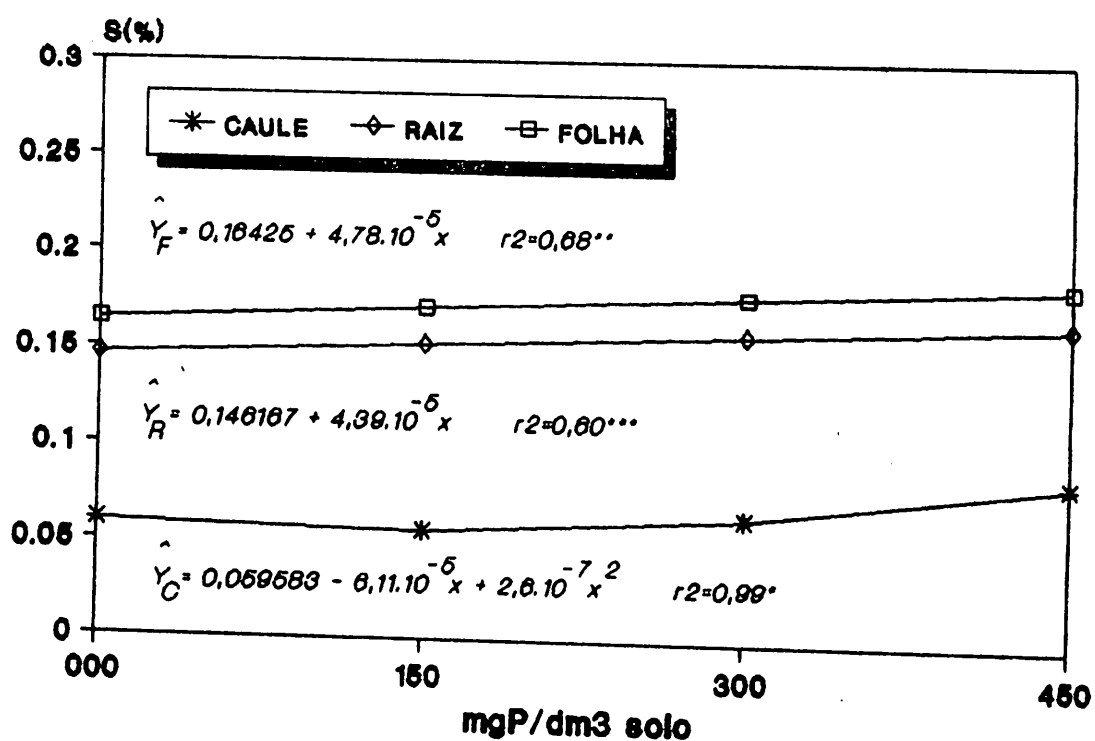


FIGURA 22. Teores de S na planta em função das doses de P.

\*; \*\*; \*\*\* Significativo aos níveis de 5, 1 e 0,1%, respectivamente, pela regressão.

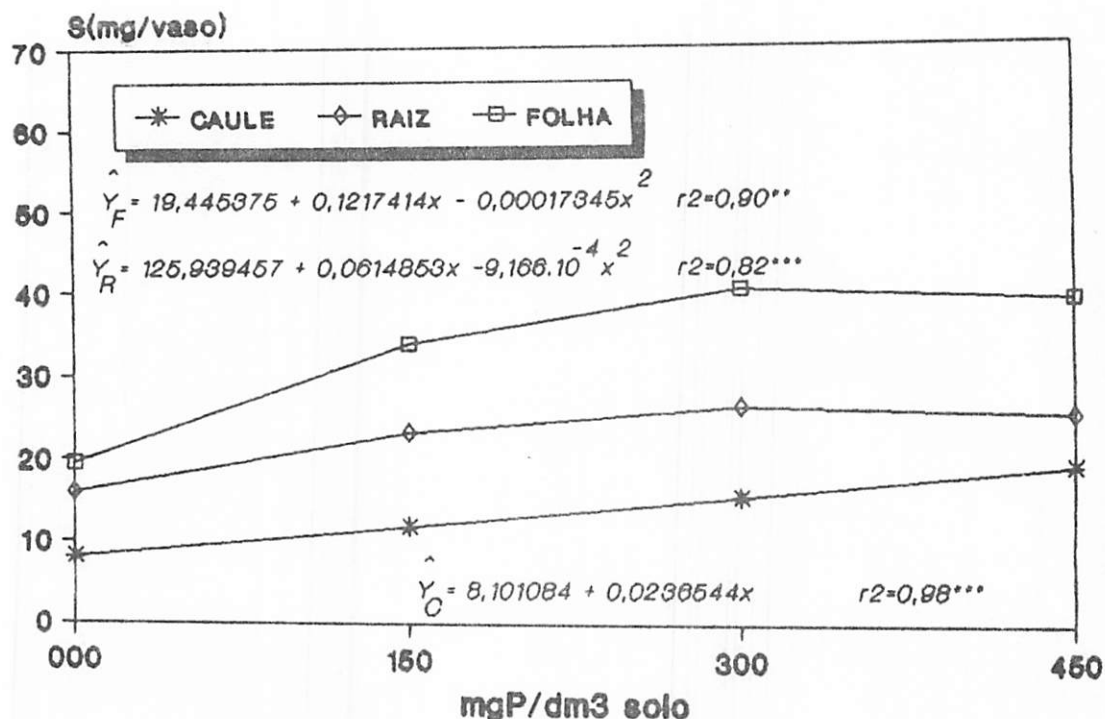


FIGURA 23. Quantidade acumulada de S na planta em função das doses de P.  
 \*\*; \*\*\* Significativo aos níveis de 1 e 0,1%, respectivamente, pela regressão.

#### 4.3.7. Boro

O teor de boro na folha e raiz foi decrescente com o aumento das doses de P, não havendo efeito sobre a concentração no caule e nem efeito do zinco sobre os teores de B (Quadro 9A). Para a raiz foi ajustada uma equação de regressão linear e para a folha uma equação quadrática com ponto mínimo estimado para a dose de 326 mgP/dm³ solo. O comportamento dos teores de B na planta em função das doses de P pode ser observado na Figura 24. A diminuição nos teores foliares de boro parece estar relacionada com o "efeito de diluição" deste nutriente, devido ao crescimento da

planta em resposta às doses crescentes de P. O incremento de acumulação total de boro seguindo o aumento das doses de P (Figura 25), reforça este parecer. Efeito negativo de aplicação de P sobre os teores foliares de boro foi também verificado por VIÉGAS (1985).

As doses de zinco não influenciaram a quantidade acumulada de boro nas plantas, que seguiu a seguinte ordem: B<sub>folha</sub> > B<sub>caule</sub> > B<sub>raiz</sub>.

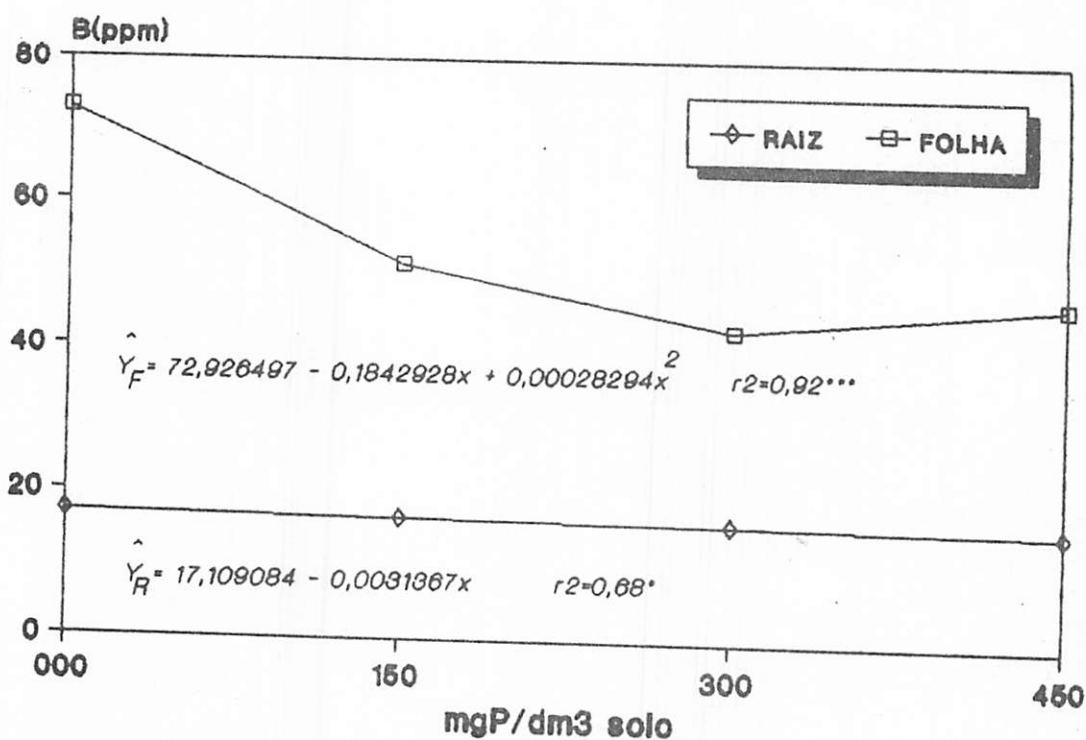


FIGURA 24. Teores de B na raiz e folha em função das doses de P.

\*; \*\*\* Significativo aos níveis de 5 e 0,1%, respectivamente, pela regressão.

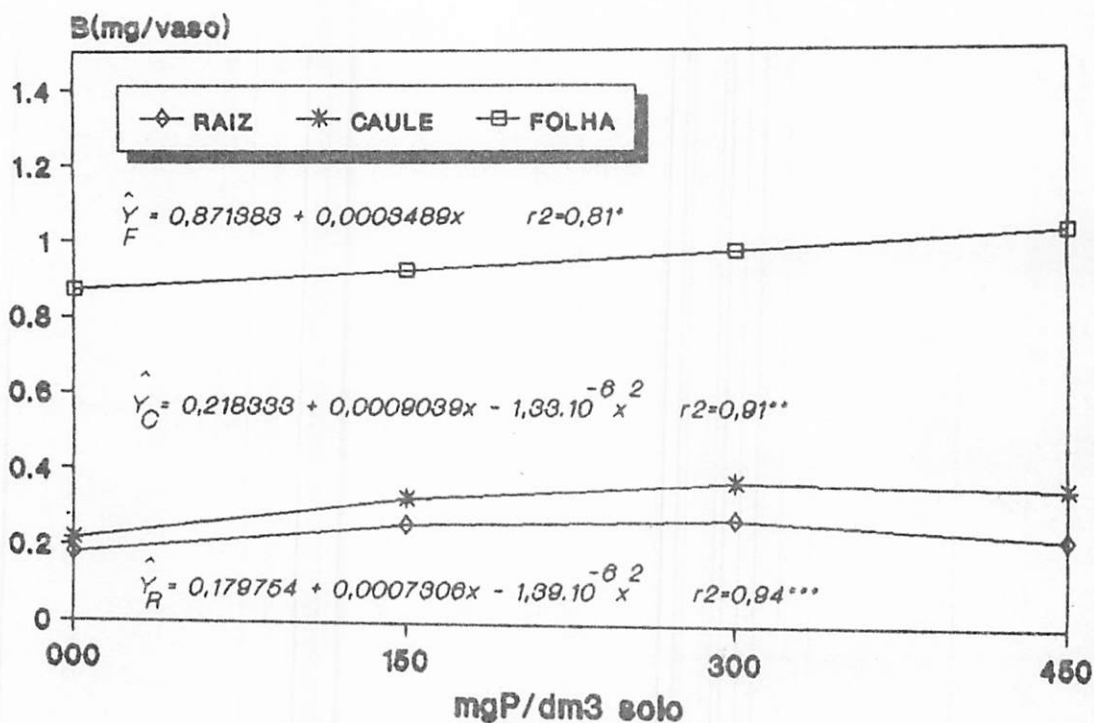


FIGURA 25. Quantidade acumulada de B na planta em função das doses de P.

\*; \*\*; \*\*\* Significativo aos níveis de 5, 1 e 0,1%, respectivamente, pela regressão.

#### 4.3.8. Cobre

O teor de cobre variou distintamente nas partes da planta, diminuindo na raiz e aumentando no caule e na folha, com as doses crescentes de P (Figuras 26 e 27). Na raiz e na folha os dados ajustaram-se a equações lineares e no caule a uma equação quadrática. A elevação do teor na folha acompanhou o aumento da quantidade acumulada do nutriente neste órgão com diminuição paralela das quantidades acumuladas na raiz e no caule (Figuras 27

e 28), o que parece indicar uma maior translocação de cobre da raiz e do caule para os tecidos foliares, sendo esta translocação favorecida pelo acúmulo de Ca, Fe, Mn e Zn na raiz quando da aplicação de doses crescentes de P (Figuras 19, 33, 36 e 42). A provável precipitação, na forma de fosfatos de Ca, Fe, Mn e Zn, na superfície radicular ou internamente a nível celular, teria diminuído a quantidade de íons  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Fe}^{+2}$ ,  $\text{Mn}^{+2}$  e  $\text{Zn}^{+2}$ , e favorecido o  $\text{Cu}^{+2}$  na competição por quelatos transportadores. O efeito positivo do fósforo sobre os teores foliares de cobre não tem sido verificado em seringueira, mas sim um comportamento contrário conforme VIRGAS (1985) e BERNIZ (1987), ou ainda a ausência de efeito, o que foi observado por ALVES (1987).

Convém ressaltar que os teores e as quantidades acumuladas de Cu, Fe, Mn e Zn nas raízes das plantas foram bem elevadas; certamente, devido à contaminação das mesmas pelas partículas de solo, que não foram totalmente renovadas pela lavagem quando do preparo de material para análise.

As doses de zinco não tiveram efeito sobre a concentração e sobre a quantidade acumulada de cobre na planta.

A ordem de acumulação de cobre na planta foi a seguinte:  
 $\text{Cu}_{\text{raiz}} > \text{Cu}_{\text{caule}} > \text{Cu}_{\text{folha}}$ .

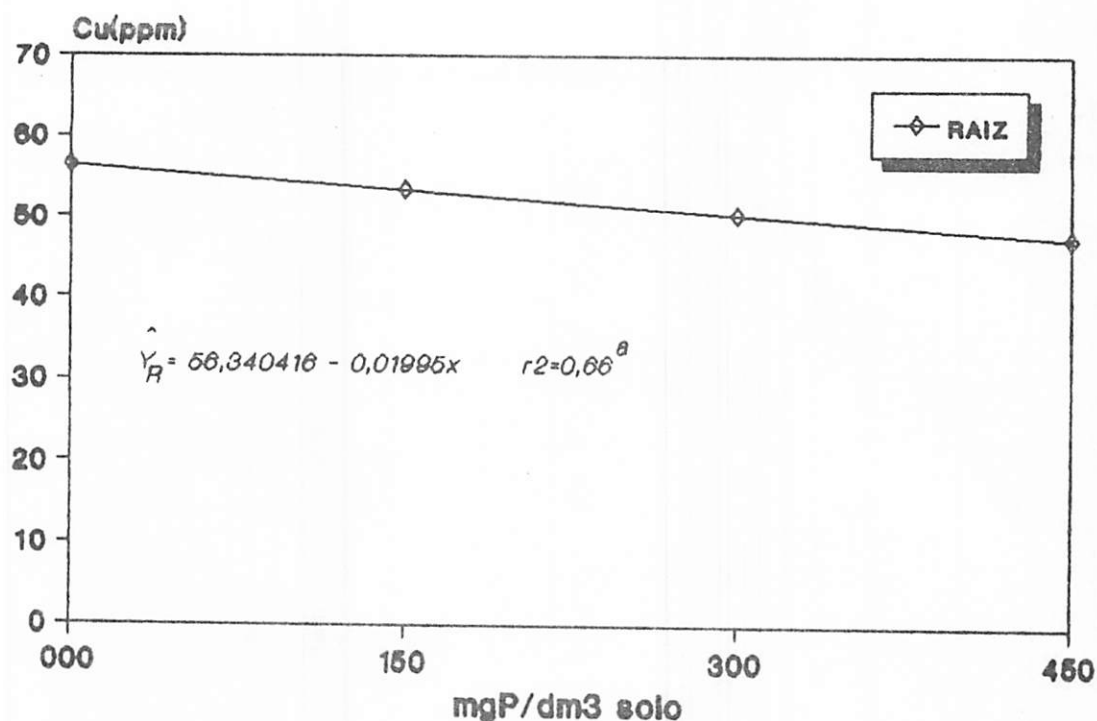


FIGURA 26. Teores de Cu na raiz em função das doses de P.  
a - Significativo ao nível de 8% pela regressão.

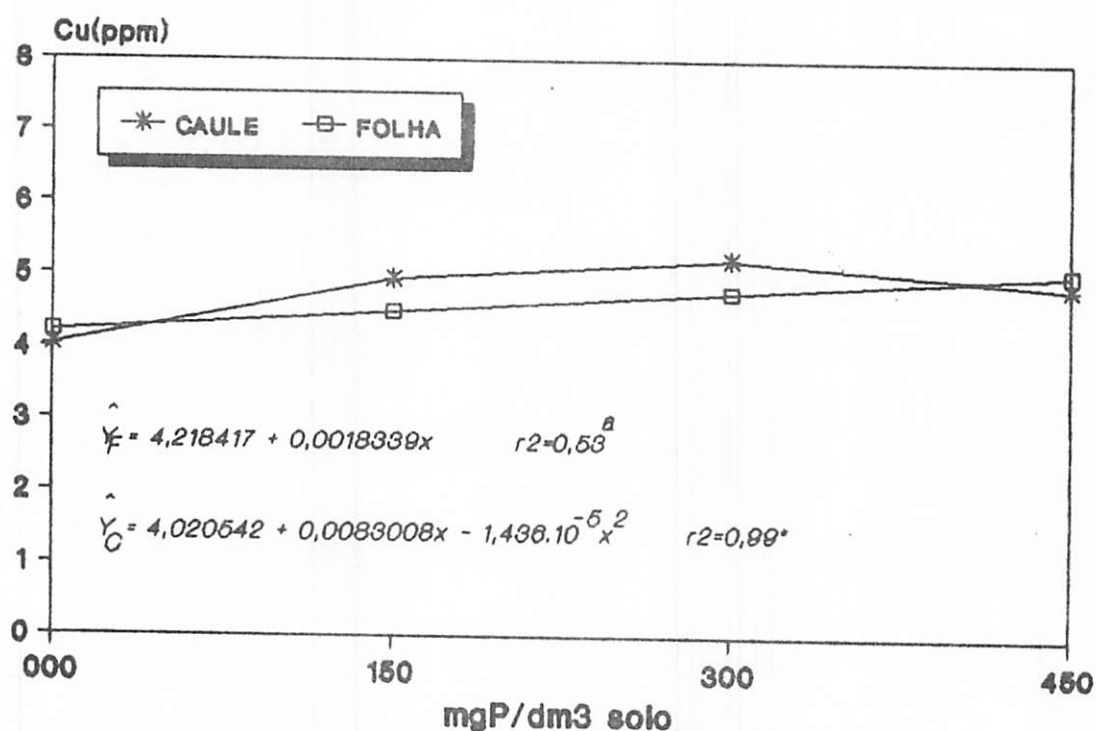


FIGURA 27. Teores de Cu no caule e folha em função das doses de P.  
a; \* Significativo aos níveis de 8 e 5%, respectivamente, pela regressão.

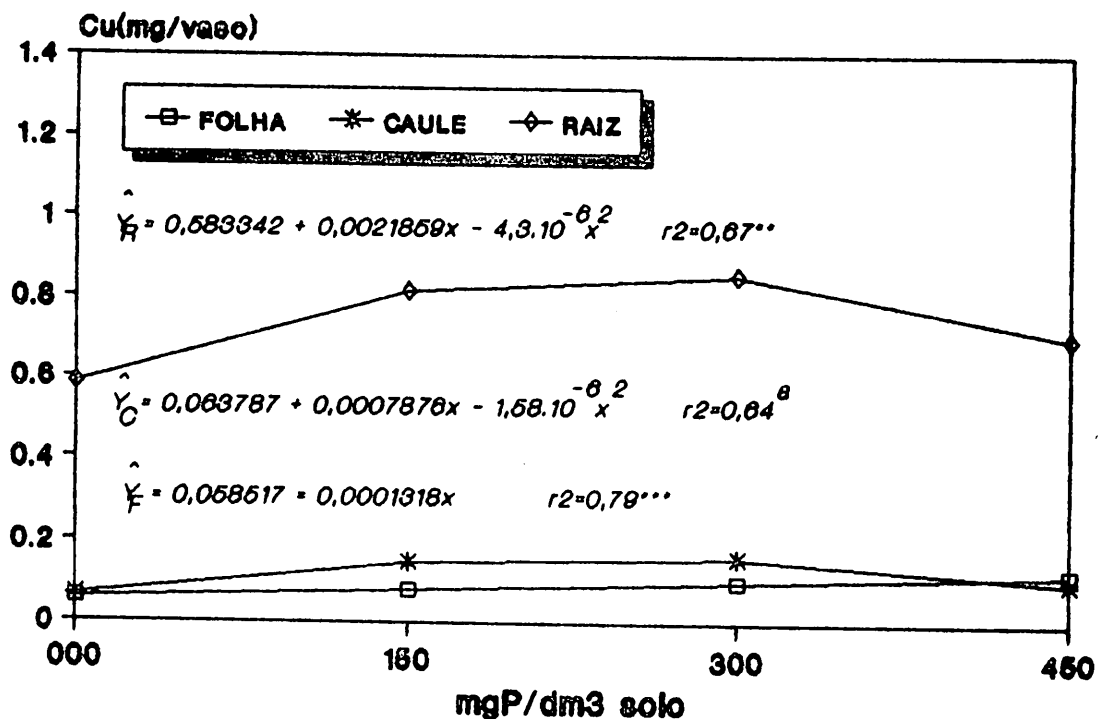


FIGURA 28. Quantidade acumulada de Cu na planta em função das doses de P.  
a; \*\*; \*\*\* Significativo aos níveis de 6, 1 e 0,1%, respectivamente, pela regressão.

#### 4.3.9. Ferro

O teor de Fe na raiz aumentou e na folha diminuiu, em função das crescentes doses de fósforo (Figuras 29 e 30), sem verificar-se efeito sobre o teor no caule. Contudo, a análise de variância acusou uma interação entre o P e o Zn que influenciou o teor de ferro no caule. Nota-se no Quadro 12A que as doses de P só induziram variações, no teor de Fe, quando se aplicou o zinco, sendo que este cresceu linearmente com o fósforo dentro da dose de 10 ngZn/dm<sup>3</sup> solo e apresentou comportamento quadrático dentro da dose de 5 ngZn/dm<sup>3</sup> solo (figura 31). Este aumento observado, em função do P, nas maiores doses de Zn, acompanhou o aumento verificado na acumulação de Zn no caule (Figura 32).

As doses de Zn, sómente tiveram efeito sobre o teor e quantidade acumulada de Fe no caule, quando da aplicação de 150 mgP/dm<sup>3</sup> solo, sendo este efeito observado nas Figuras 31 e 32, respectivamente.

A quantidade acumulada de Fe na raiz e na folha aumentou com as doses de P (Figuras 33 e 34). A maior acumulação na raiz pode ser devida a uma precipitação na forma de fosfato de ferro, conforme interpretado por Ayed (1970), citado por OLSEN (1972), o que explicaria, em parte, a diminuição na concentração foliar de Fe (Figura 30). Contudo este comportamento parece estar relacionado principalmente, com um "efeito de diluição" do Fe, em função do crescimento da planta, em resposta ao P, uma vez que a quantidade acumulada de Fe na folha aumentou com a aplicação de fósforo, (Figura 34). A grande quantidade acumulada de Fe na raiz é devida, certamente, à contaminação das mesmas pelo solo, contudo foi crescente com as doses de P, o que pode ser explicado pela precipitação de fosfatos de Fe, na superfície radicular ou internamente, conforme comentado acima.

Efeitos negativos da aplicação de fósforo sobre os teores foliares de Fe, em seringueira, foram verificados por BERNIZ (1987), mas não por ALVES (1987) e LOPES (1988).

As doses de zinco só tiveram efeito sobre o teor e quantidade acumulada de Fe no caule (Figuras 31 e 32), o que foi devido à interação P - Zn sobre estas variáveis (Quadros 12A e 13A). A ordem de acumulação de Fe na planta foi  $Fe_{raiz} > Fe_{folha} > Fe_{caule}$ .



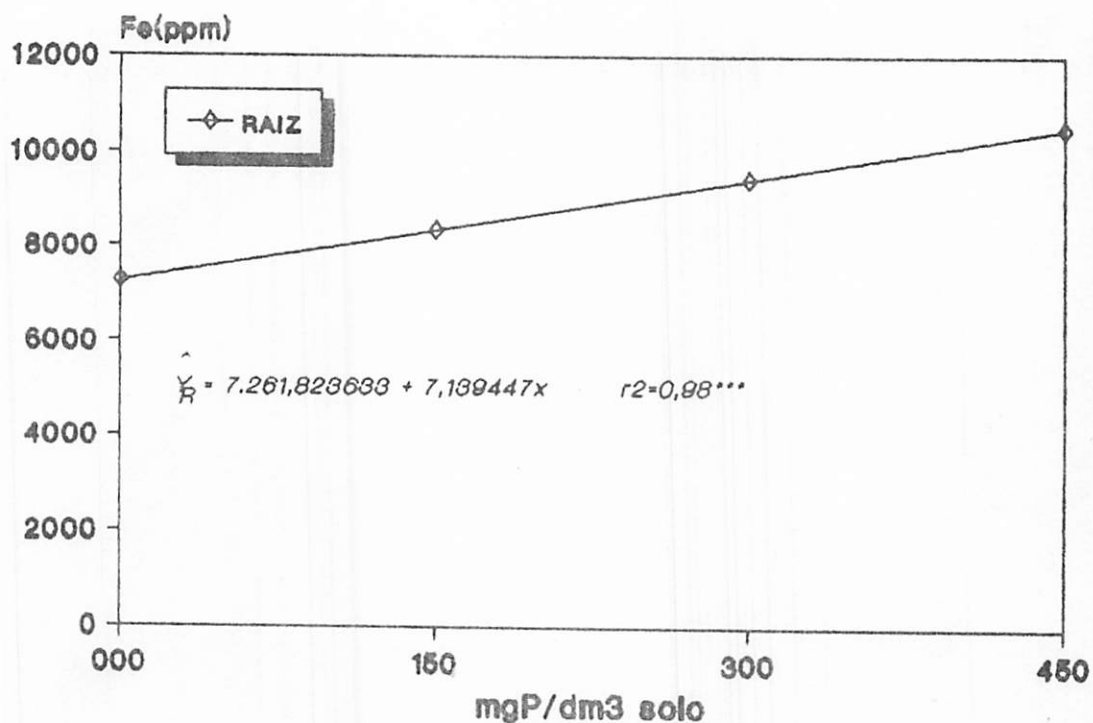


FIGURA 29. Teores de Fe na raiz em função das doses de P.  
\*\*\* Significativo ao nível de 0,1% pela regressão.

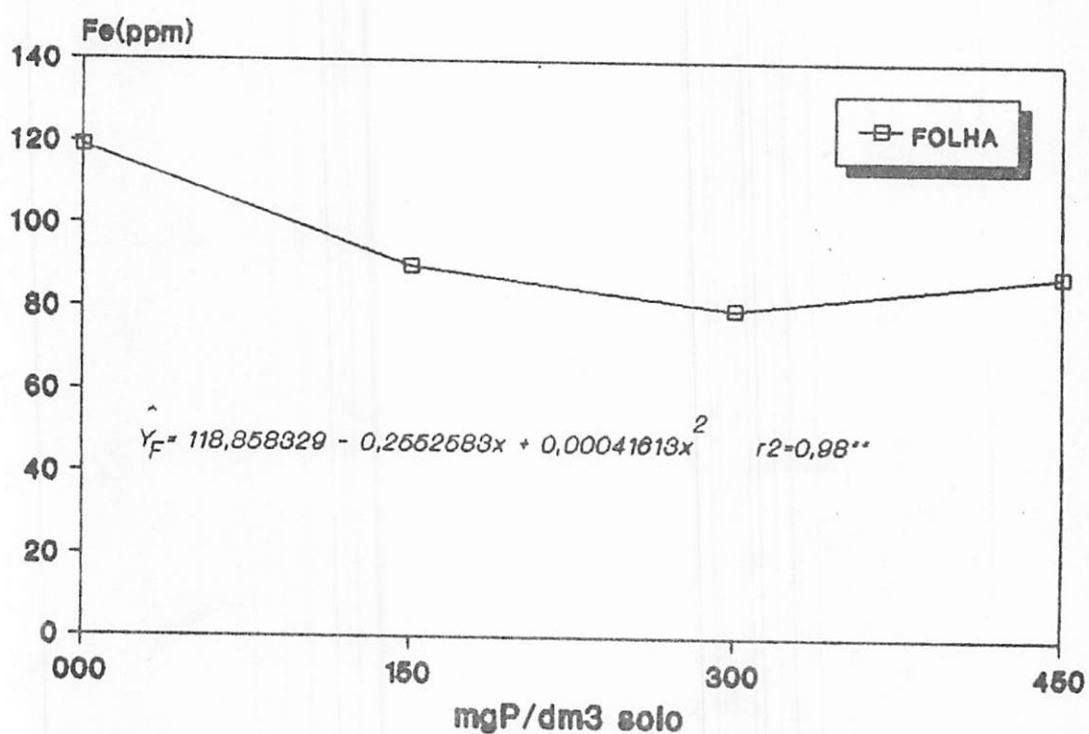


FIGURA 30. Teores de Fe na folha em função das doses de P.  
\*\* Significativo ao nível de 1% pela regressão.

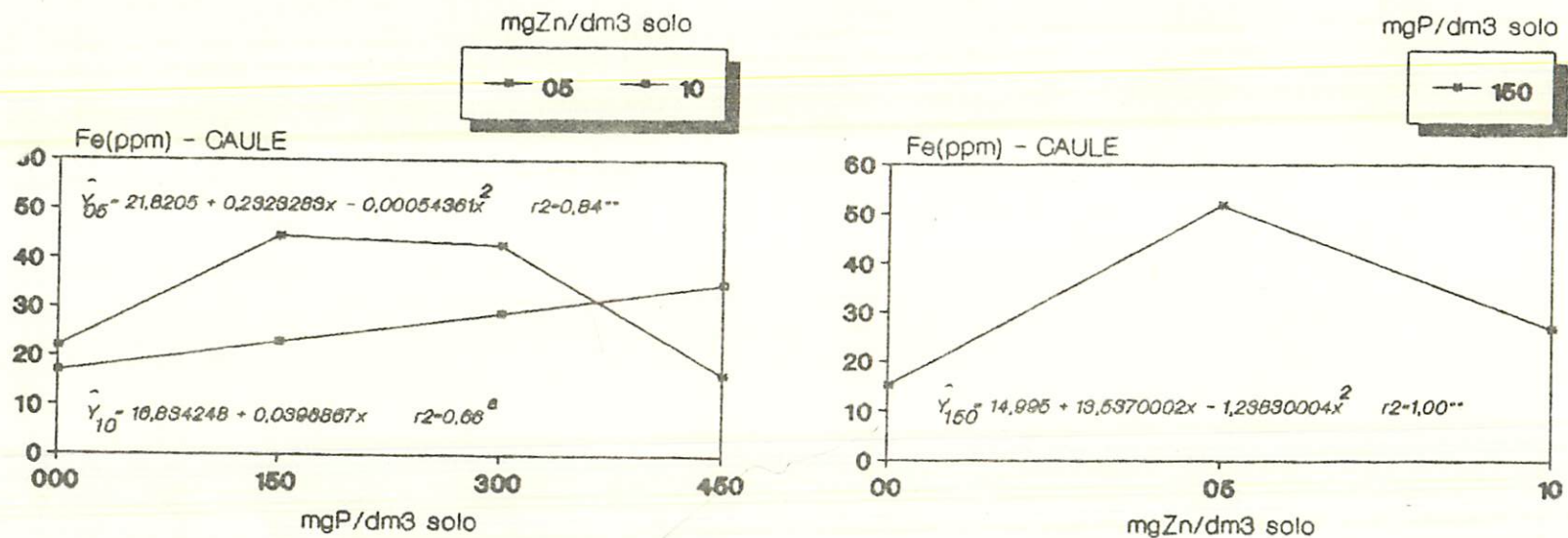


FIGURA 31. Efeito da interação PxZn sobre os teores de Fe no caule.

a; \*\* Significativo aos níveis de 7 e 1%, respectivamente, pela regressão.

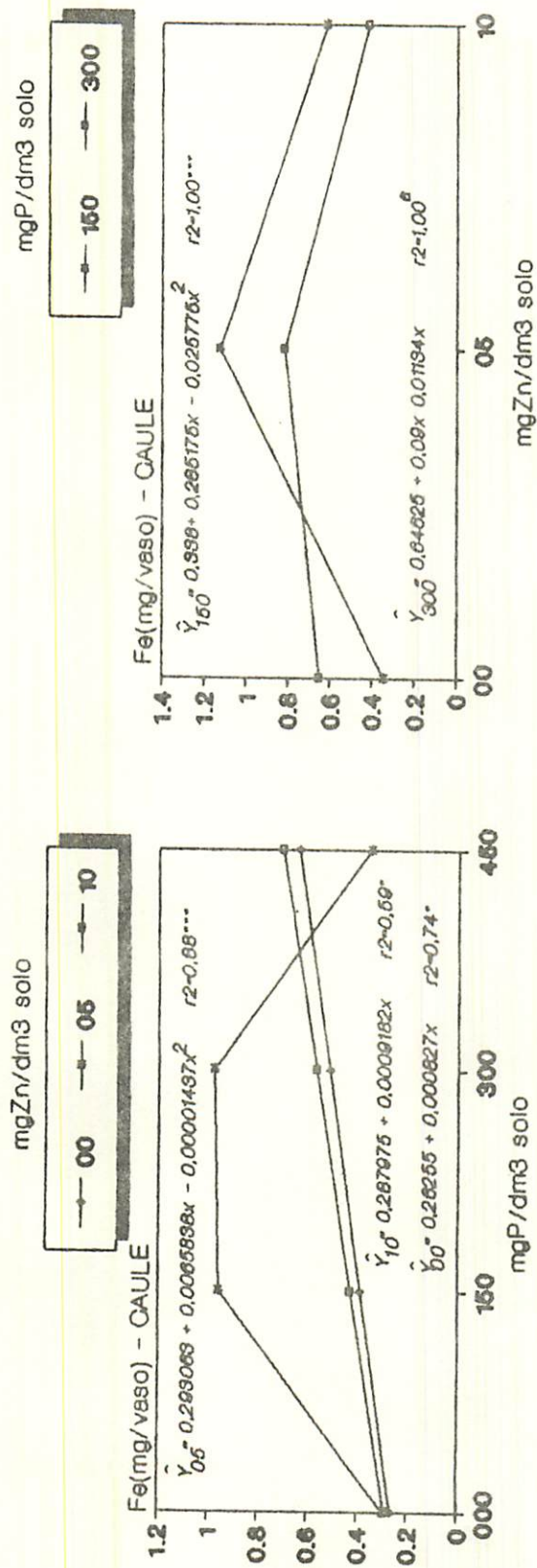


FIGURA 32. Efeito da interação P x Zn sobre a quantidade acumulada de Fe no caule.

a; \*; \*\* Significativo aos níveis de 9, 5 e 0,1%, respectivamente, pela regressão.

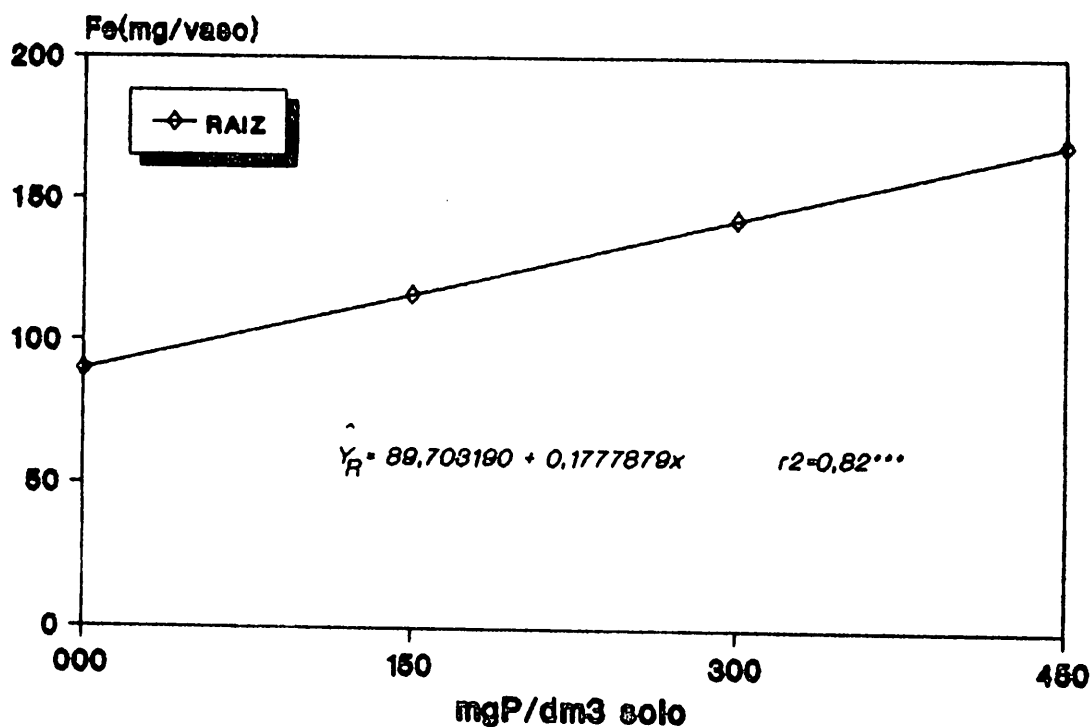


FIGURA 33. Quantidade acumulada de Fe na raiz em função das doses de P.  
 \*\*\* Significativo ao nível de 0,1% pela regressão.

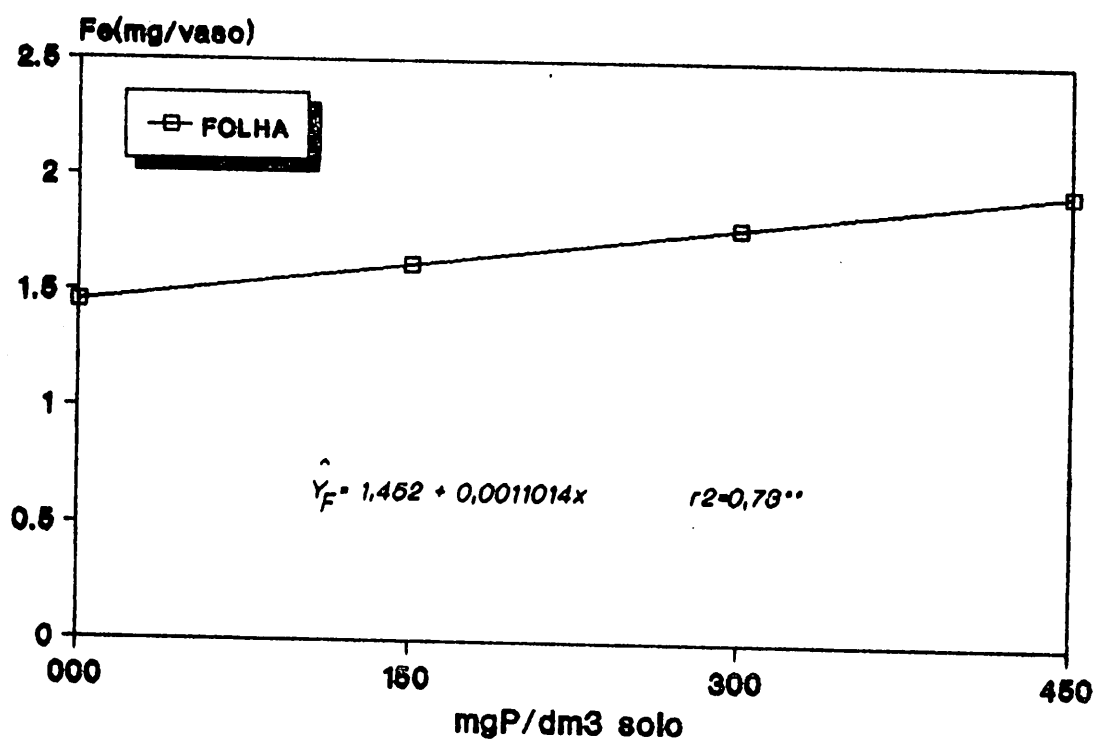


FIGURA 34. Quantidade acumulada de Fe na folha em função das doses de P.  
 \*\* Significativo ao nível de 1% pela regressão.

#### 4.3.10. Manganês

As doses crescentes de fósforo aplicadas no solo promoveram decréscimos no teor foliar de manganês e aumentos no teor da raiz, sem, contudo, afetar os teores no caule. Promoveram, também, incrementos na quantidade acumulada de Mn na raiz, caule e folha das plantas (Quadro 14A). Este comportamento pode ser observado nas Figuras 35 e 36, assim como as equações ajustadas à variação dos dados.

O decréscimo observado no teor foliar pode ser explicado pelo "efeito de diluição" do manganês devido ao aumento na produção de matéria seca com a aplicação de doses crescentes de P (Figura 8), o que é confirmado pelo aumento da quantidade acumulada de Mn na folha. A taxa de absorção de manganês, pelas plantas, não acompanhou a taxa de crescimento das mesmas. Outra provável explicação para a diminuição do teor de manganês na folha, com o aumento das doses de P, seria a ocorrência de uma interação entre o P e Mn a nível de raiz, semelhante ao que tem-se relatado para a interação P-Zn (STUKENHOLTZ et alii, 1966 e PAULSEN & ROTIMI, 1968), uma vez que a concentração e a quantidade acumulada de Mn na raiz aumentaram com as doses de fósforo.

As doses de zinco não influenciaram a concentração nem a quantidade acumulada de Mn na planta, a qual seguiu a seguinte ordem:  $Mn_{raiz} > Mn_{folha} > Mn_{caule}$ .

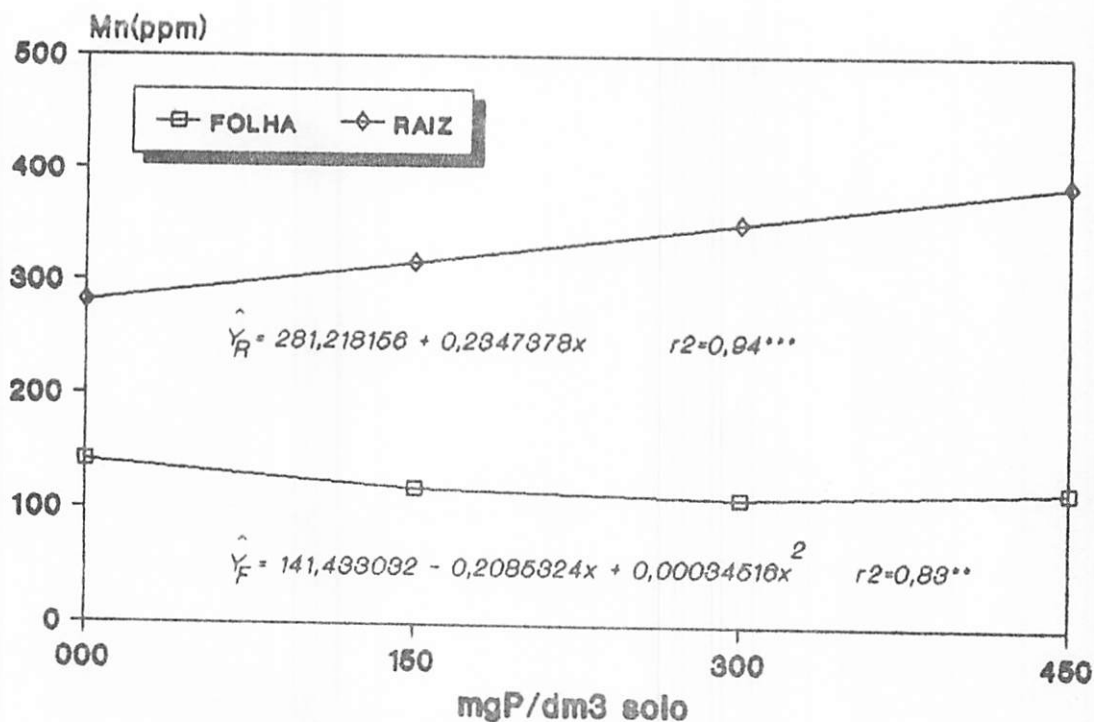


FIGURA 35. Teores de Mn na raiz e na folha em função das doses de P.

\*\*; \*\*\* Significativo aos níveis de 1 e 0,1%, respectivamente, pela regressão.

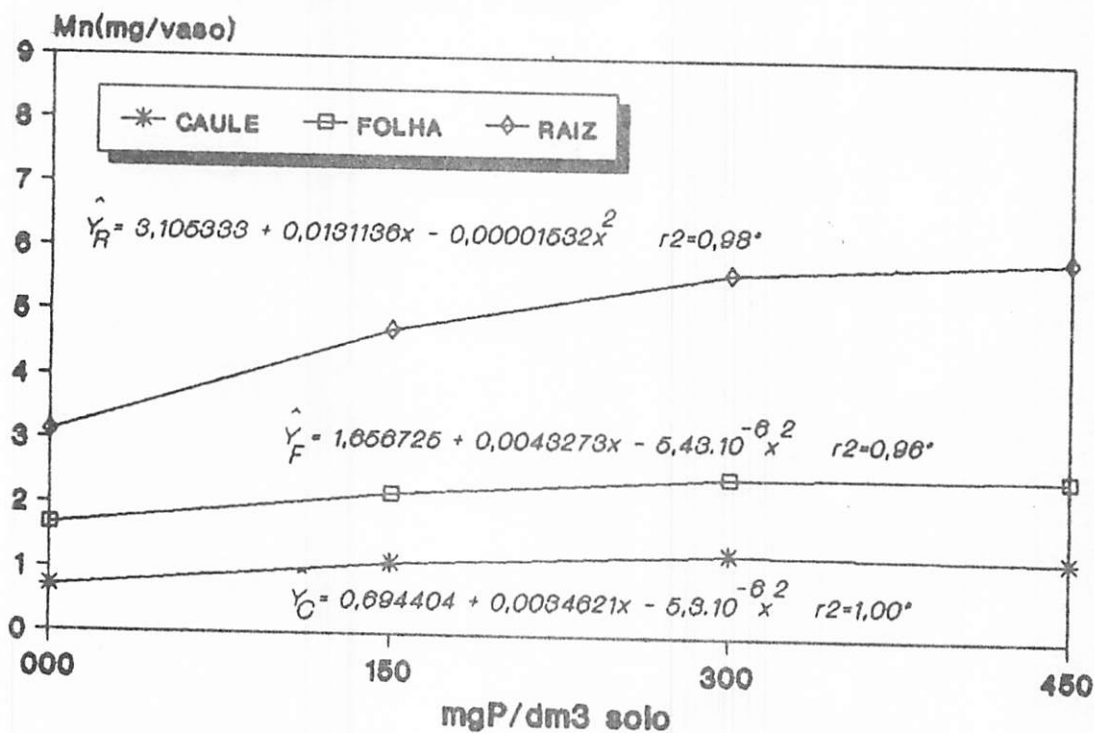


FIGURA 36. Quantidade acumulada de Mn na planta em função das doses de P.

\* Significativo ao nível de 5% pela regressão.

#### 4.3.11. Zinco

O teor e a quantidade acumulada de zinco na planta sofreram influência do fósforo e do zinco aplicados. As doses de fósforo promoveram incrementos no teor e quantidade de zinco na raiz, decréscimos no teor e aumentos no conteúdo de Zn no caule e diminuição do teor e quantidade acumulada de zinco na folha (Quadro 15A). As doses de zinco promoveram aumentos lineares em todas as variáveis (Figuras 38, 40, 41 e 42).

Na raiz, a análise de variância foi significativa para a interação P $\times$ Zn. Observa-se nas Figuras 41 e 42 que o zinco teve efeito linear positivo sobre a concentração e quantidade acumulada de Zn, dentro de qualquer dose de fósforo, que, por sua vez, teve efeito quadrático positivo, mas somente dentro das doses de 5 e 10 mgZn/dm<sup>3</sup> solo. A concentração máxima e a quantidade máxima acumulada de zinco na raiz, em função do fósforo, foram estimadas pela aplicação de doses próximas a 300 mgP/dm<sup>3</sup> solo.

No caule e na folha, a diminuição do teor com aumento paralelo de acumulação de Zn (Figuras 37 e 39), devido às doses crescentes de P, pode ser explicada pelo "efeito de diluição" de Zn, como consequência do maior crescimento da planta em resposta ao fósforo, conforme tem sido observado por McGRATH & ROBSON (1984) em plântulas da Pinus radiata e por SINGH et alii (1986) em trigo. Mas pode ser, também, em função da formação de Zn<sub>3</sub>(Po<sub>4</sub>)<sub>2</sub> nas raízes, reduzindo a solubilidade e mobilidade do zinco (DEV & SHUKLA, 1981), com consequente diminuição da translocação do Zn para a parte aérea das plantas (STUKENHOLTZ et alii, 1966). A

maior acumulação de Zn na raiz, crescente com as doses de P, pode ser verificada na Figura 42.

Efeitos negativos de aplicação de fósforo sobre os teores foliares de Zn, em seringueira, foram observados por VILGAS (1985), ALVES (1987) e BERNIZ (1987).

A acumulação de zinco na planta seguiu a seguinte ordem:  $Zn_{Raiz} > Zn_{Folha} > Zn_{Caule}$ .

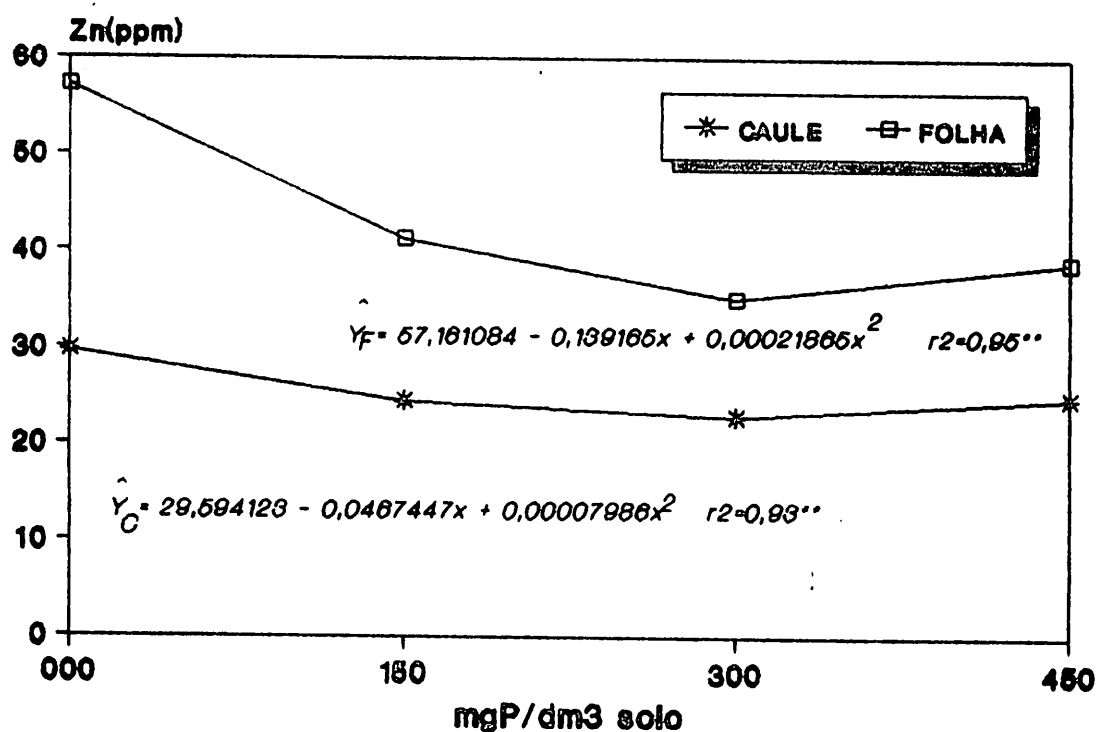


FIGURA 37. Teores de Zn na folha e no caule em função das doses de P.

\*\* Significativo ao nível de 1% pela regressão.



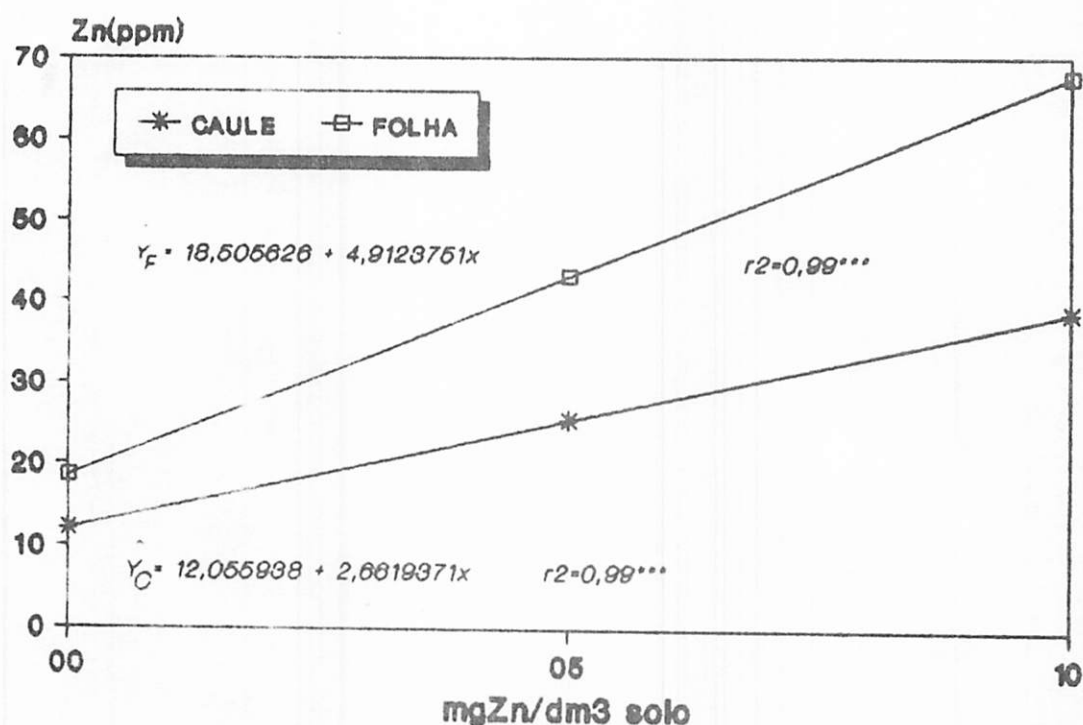


FIGURA 38 Teores de Zn na folha e no caule em função das doses de Zn  
 \*\*\* Significativo ao nível de 0,1% pela regressão.

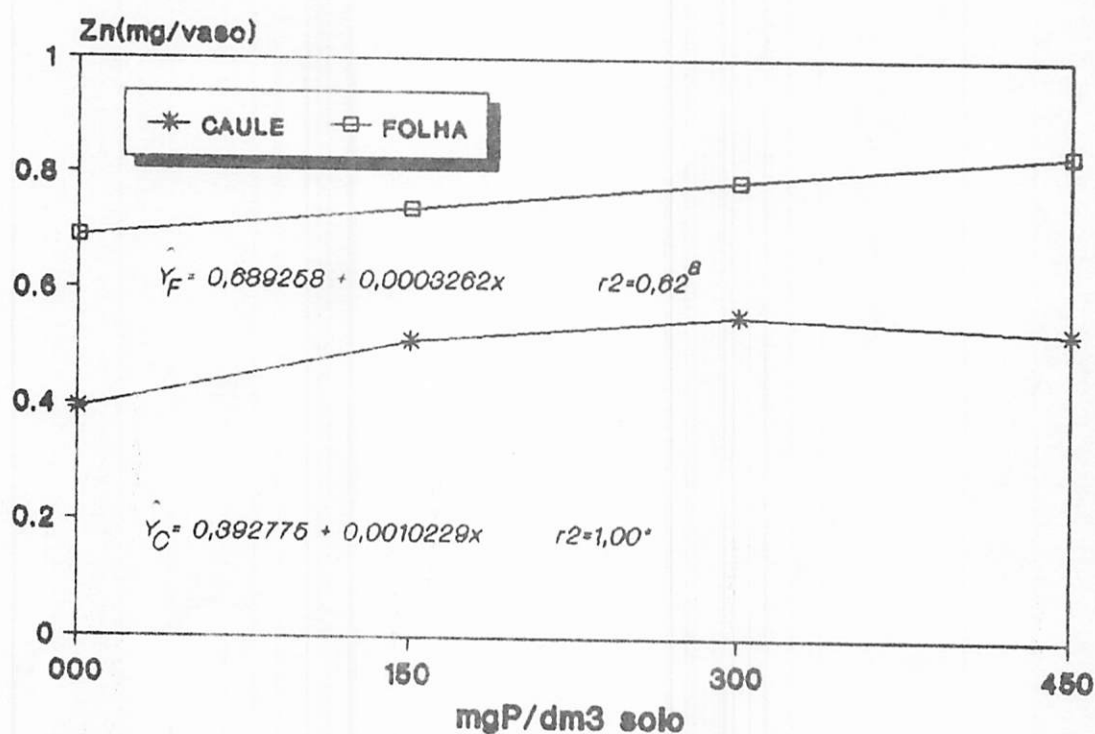


FIGURA 39. Quantidade acumulada de Zn na folha e no caule em função das doses de P.  
 a; \* Significativo aos níveis de 6 e 5%, respectivamente, pela regressão.

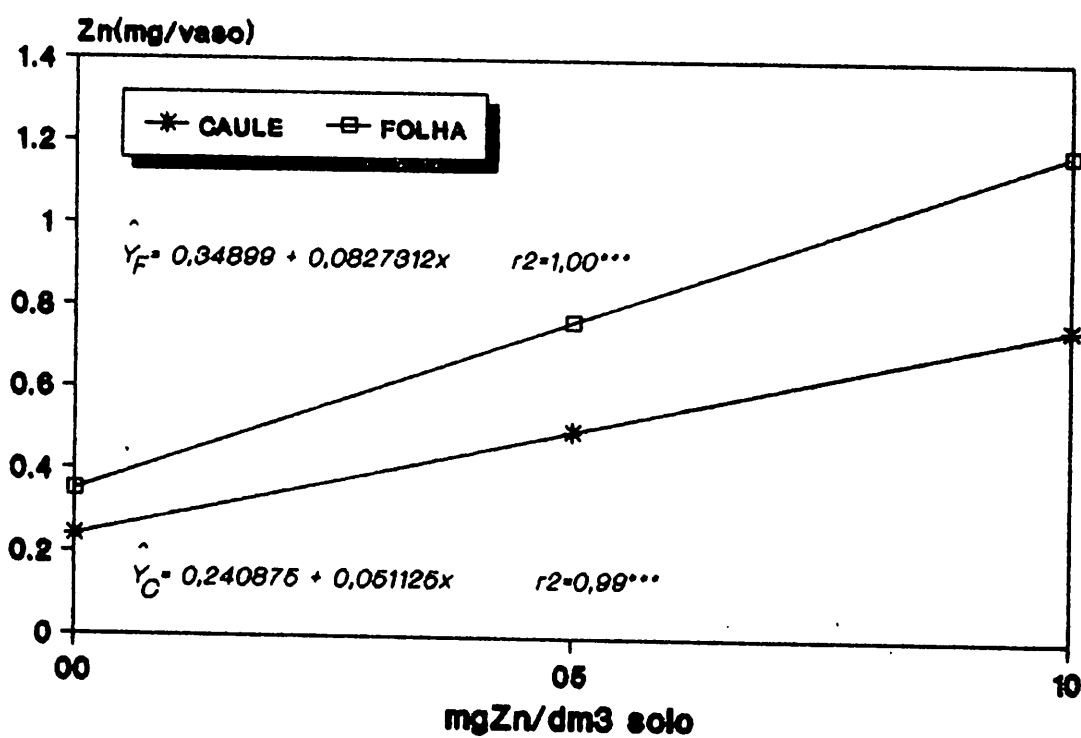


FIGURA 40. Quantidade acumulada de Zn na folha e no caule em função das doses de Zn.

\*\*\* Significativo ao nível de 0,1% pela regressão.

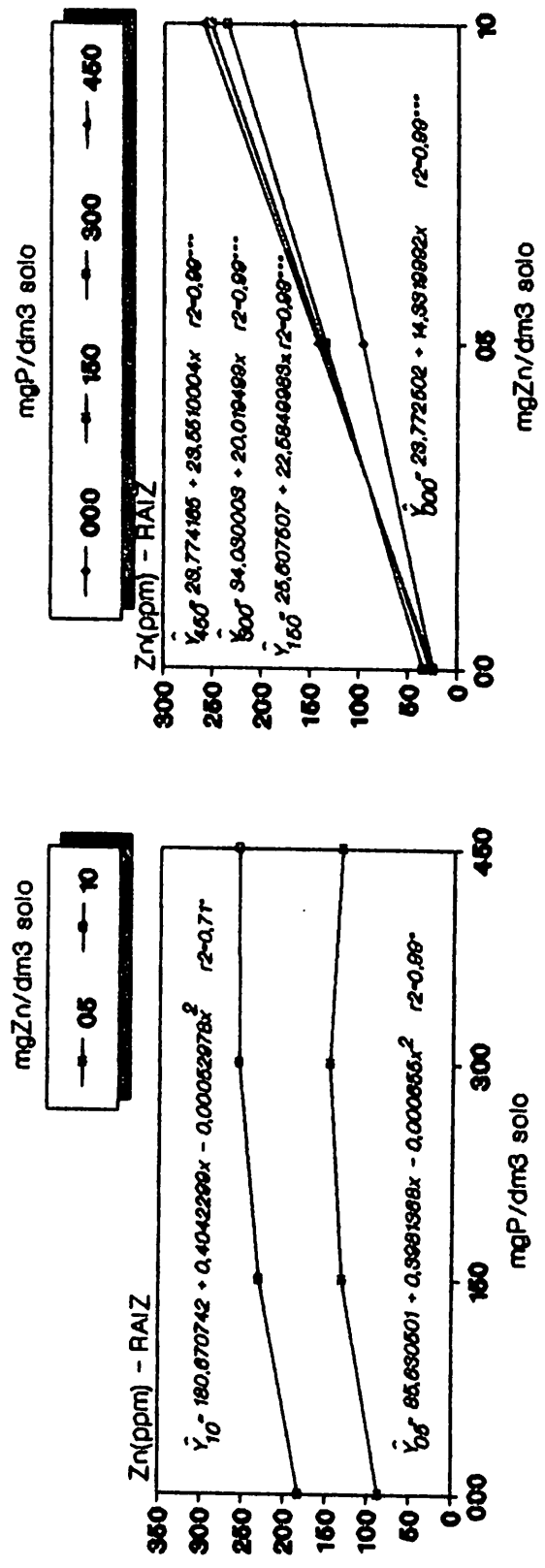


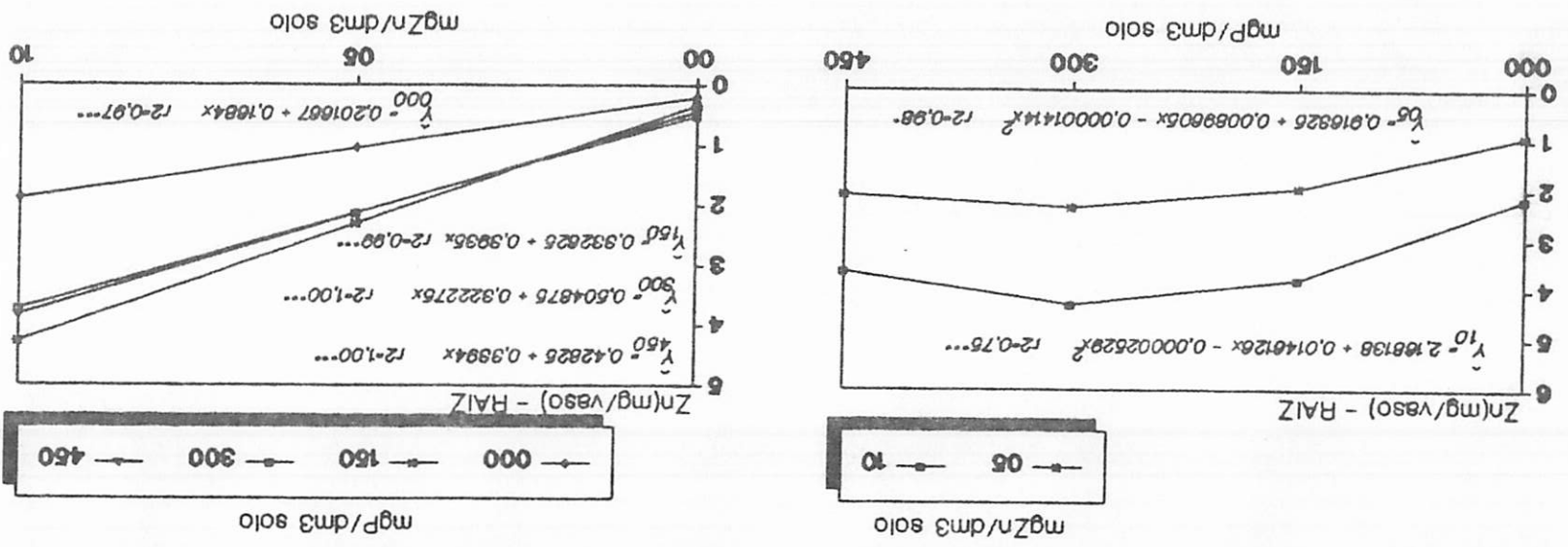
FIGURA 41. Efeito da interação PxZn sobre os teores de Zn na raiz.

\*; \*\*\* Significativo aos níveis de 5 e 0,1%, respectivamente, pela regressão.

regressão.

\*; \*\*\* Significativo aos níveis de 5 e 0,1%, respectivamente, pela

FIGURA 42. Efeito da interação P x Zn sobre a quantidade acumulada de Zn na raiz.



**4.4. Matéria Seca Total e Diâmetro do Caule a 5cm do Solo em Função das Relações K/P, Ca/P, Mg/P, S/P, P/B, P/Cu, P/Fe, P/Mn e P/Zn nos Tecidos Foliareos.**

Estas relações foram escolhidas devido à influência do P sobre os teores dos nutrientes relacionados. O efeito das relações sobre a matéria seca total e sobre diâmetro do caule das plantas, pode ser observado nas Figuras 43 a 51. Nota-se que, para as relações K/P e S/P as curvas ajustadas explicam somente 8 a 18% da variação dos dados, sendo, contudo, significativas devido ao elevado número de dados utilizados no ajuste as curvas (Figuras 43 e 46).

A matéria seca total e o diâmetro do caule diminuíram com o aumento das relações K/P, Ca/P, Mg/P e apresentaram comportamento quadrático positivo em função das relações S/P, P/B, P/Cu, P/Fe, P/Mn e P/Zn, (Figuras 43 a 51).

As relações que promoveriam as maiores produções de MST e os maiores DIAM, estimadas para as relações com ajuste quadrático, podem ser observadas no Quadro 3.

**QUADRO 3. Valores estimados de relações entre nutrientes que promoveriam maior produção de matéria seca total e maior diâmetro do caule nas plantas.**

Relação	MST	DIAM
S/P	371	347
P/B	39	30
P/Cu	332	342
P/Fe	19	15
P/Mn	14	11
P/Zn	61	59

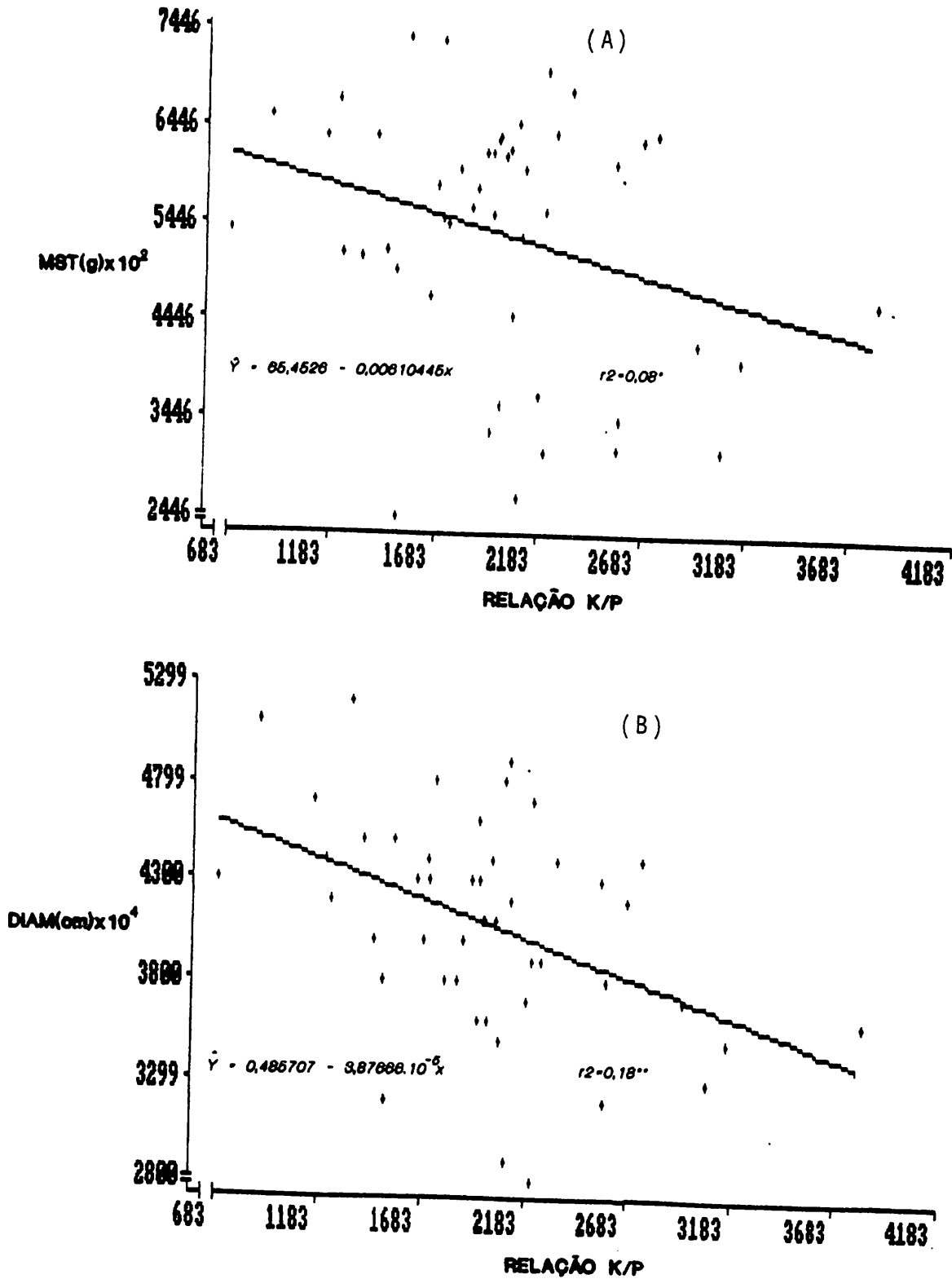


FIGURA 43. Efeito da relação K/P sobre a matéria seca total (A) e diâmetro do caule das plantas (B).

\*; \*\* Significativo aos níveis de 5 e 1%, respectivamente, pela regressão.

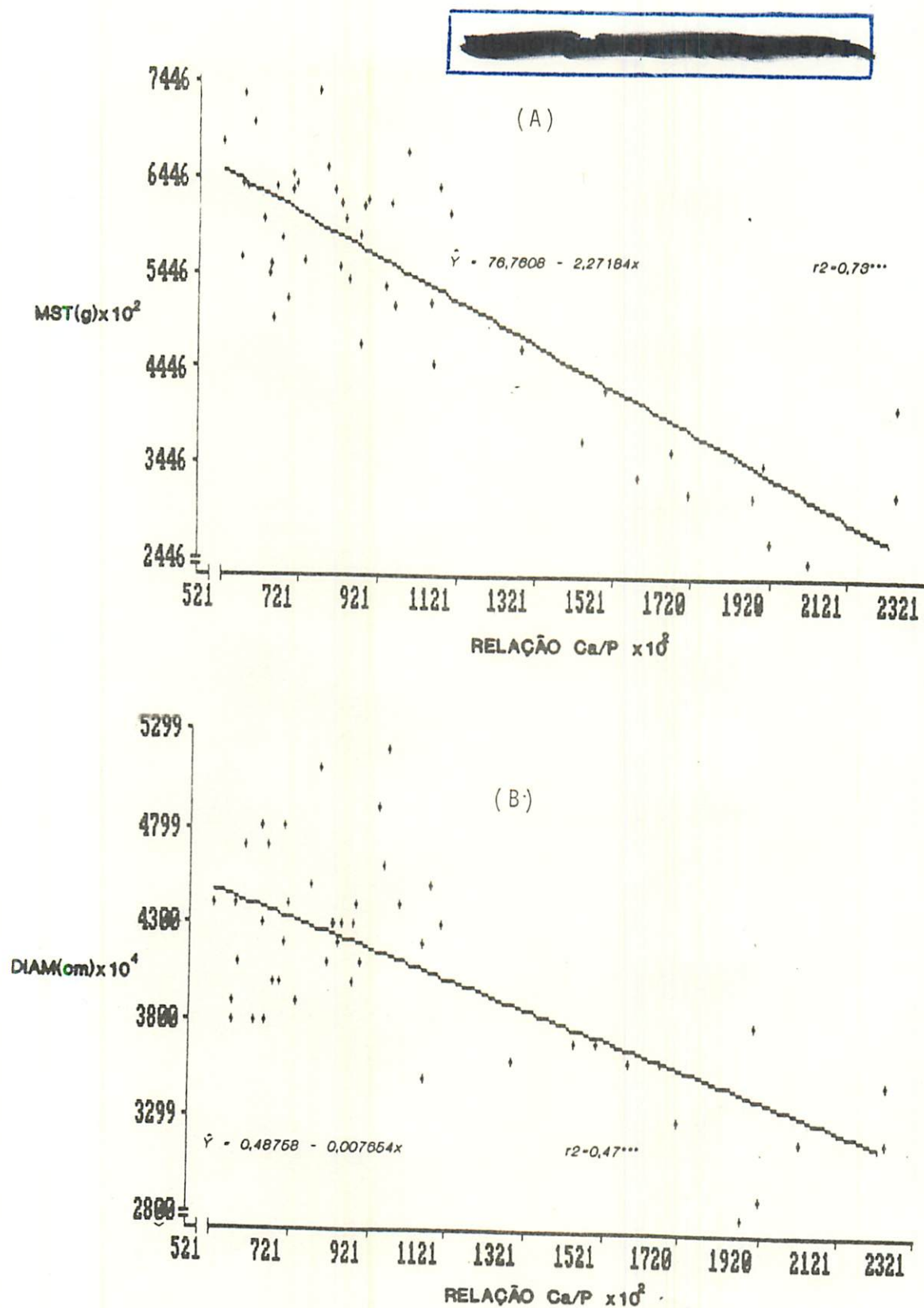
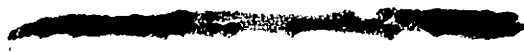


FIGURA 44. Efeito da relação Ca/P sobre a matéria seca total (A) e diâmetro do caule das plantas (B).

\*\*\* Significativo ao nível de 0,1% pela regressão.





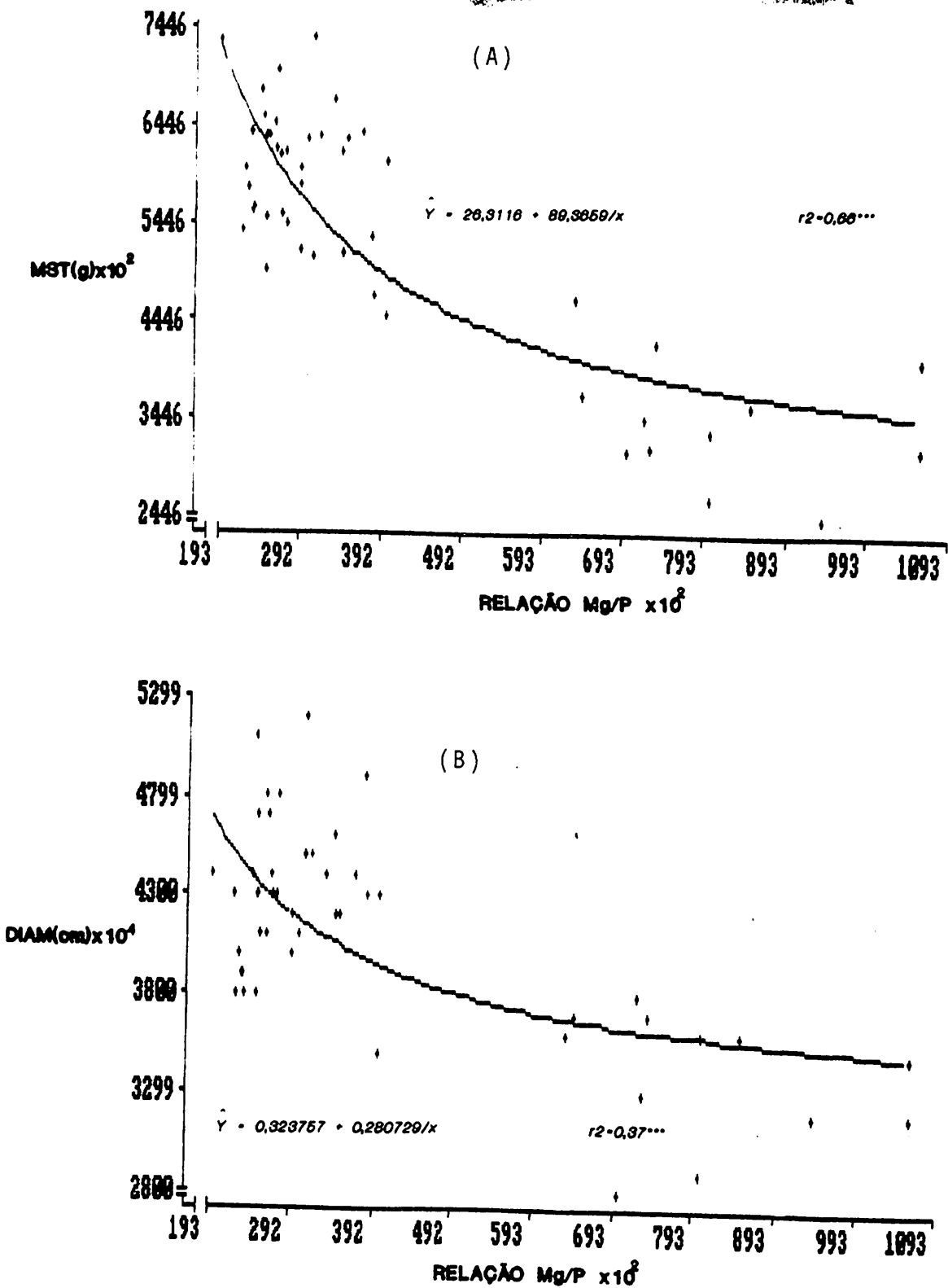


FIGURA 45. Efeito da relação Mg/P sobre a matéria seca total (A) e diâmetro do caule das plantas (B).

\*\*\* Significativo ao nível de 0,1% pela regressão.

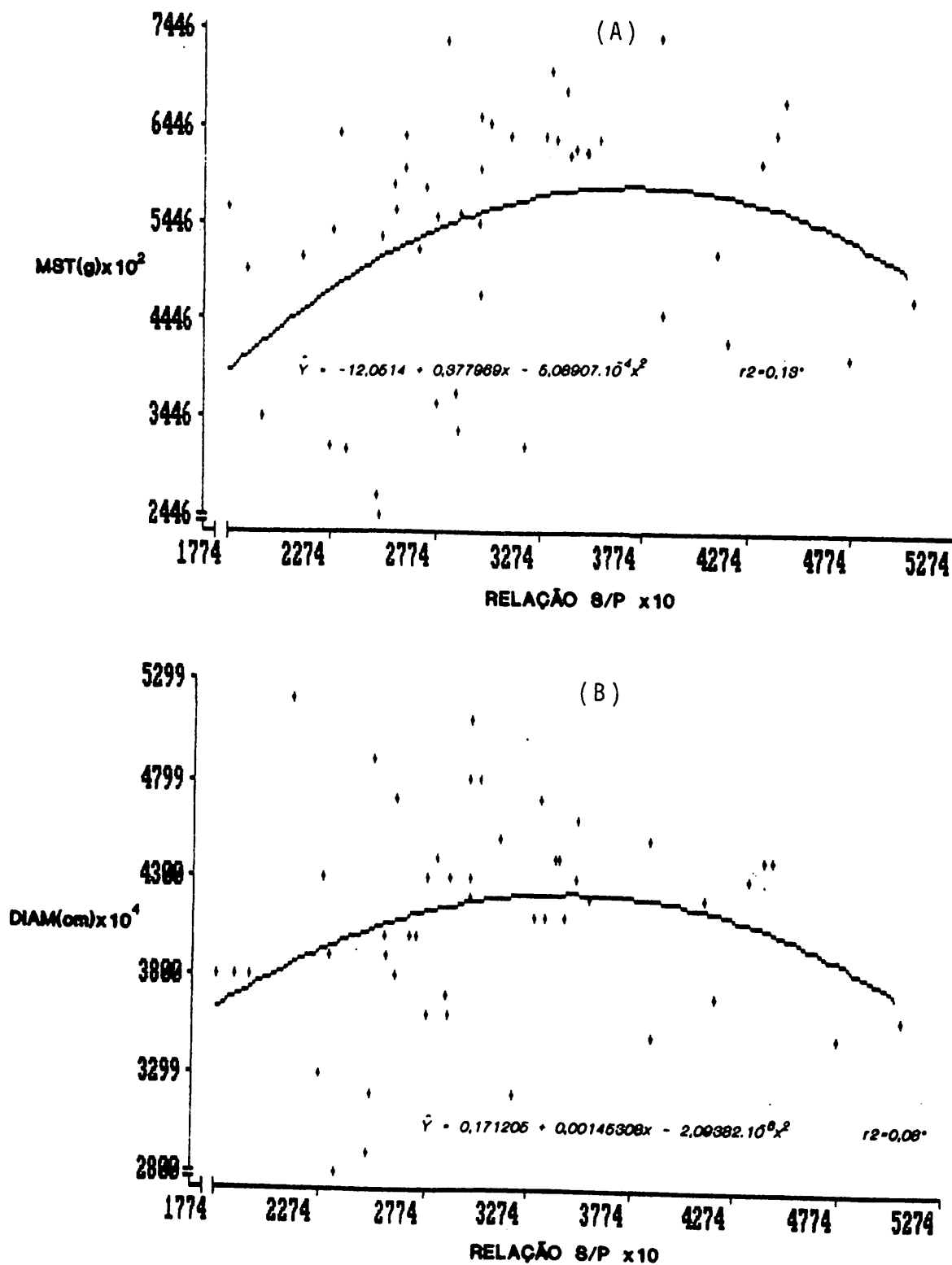


FIGURA 46. Efeito da relação S/P sobre a matéria seca total (A) e diâmetro do caule das plantas (B).

\* Significativo ao nível de 5% pela regressão.

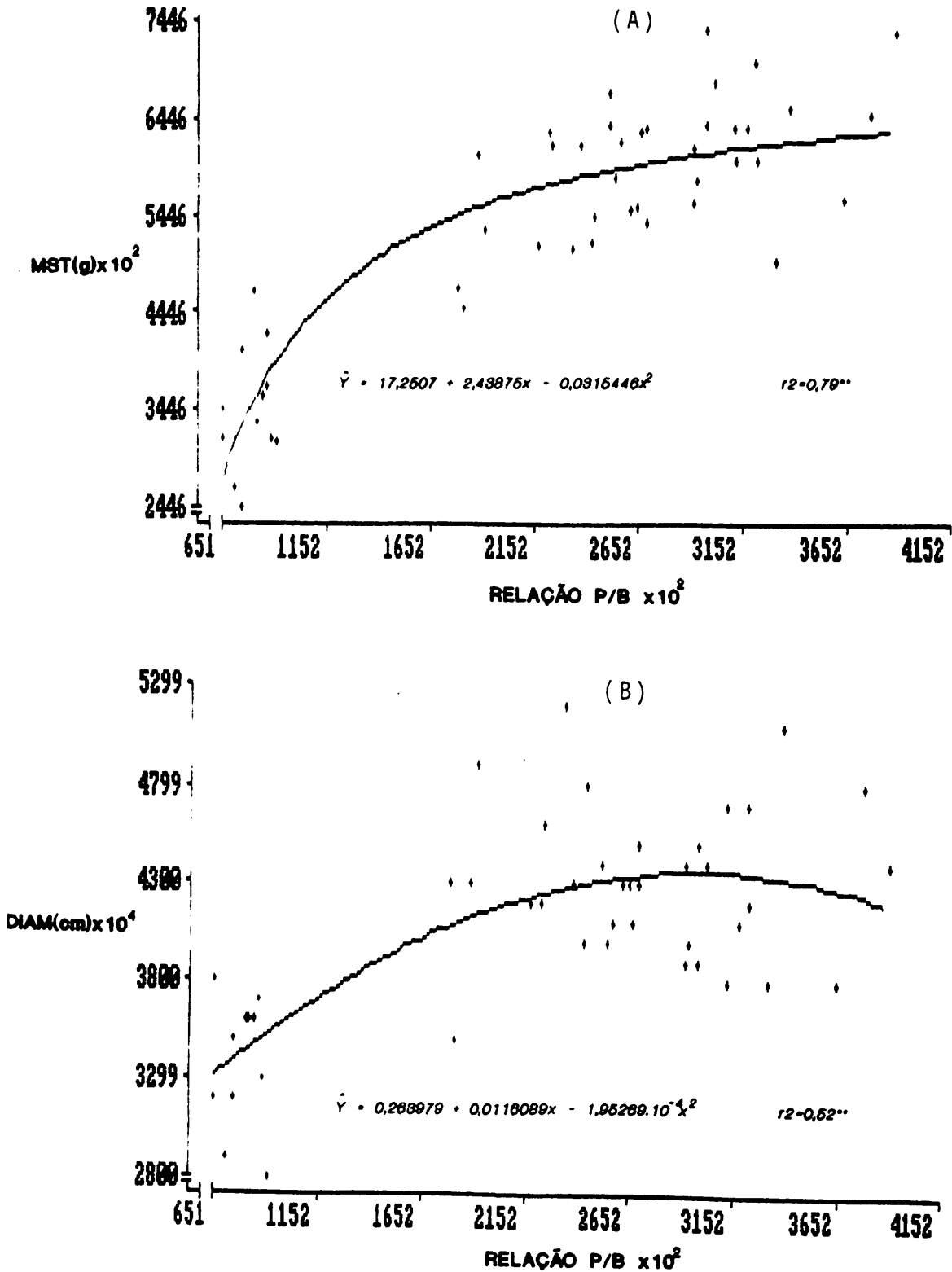


FIGURA 47. Efeito da relação P/B sobre a matéria seca total (A) e diâmetro do caule das plantas (B).

\*\* Significativo ao nível de 1% pela regressão.

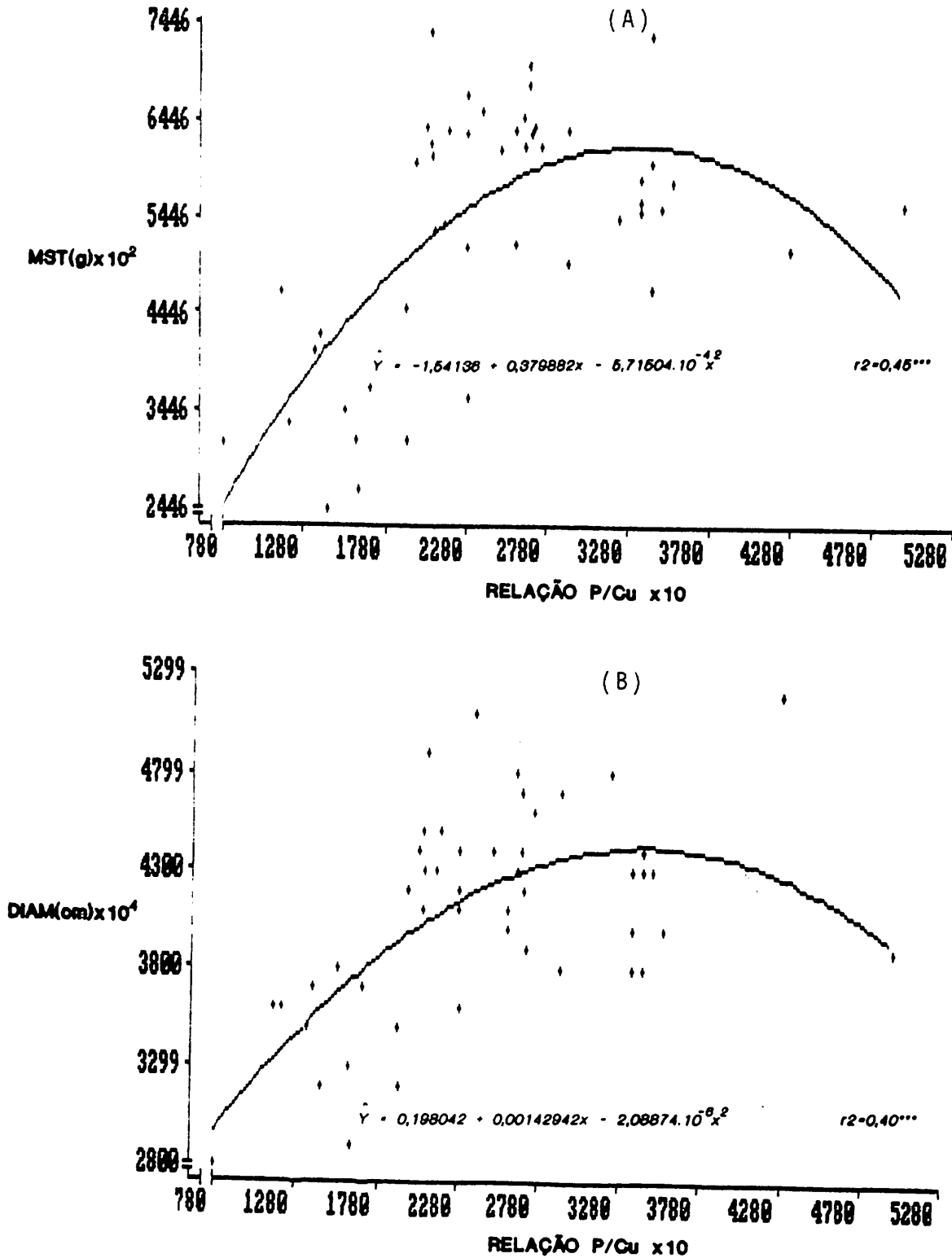


FIGURA 48. Efeito da relação P/Cu sobre a matéria seca total (A) e diâmetro do caule das plantas (B).

\*\*\* Significativo ao nível de 0,1% pela regressão.

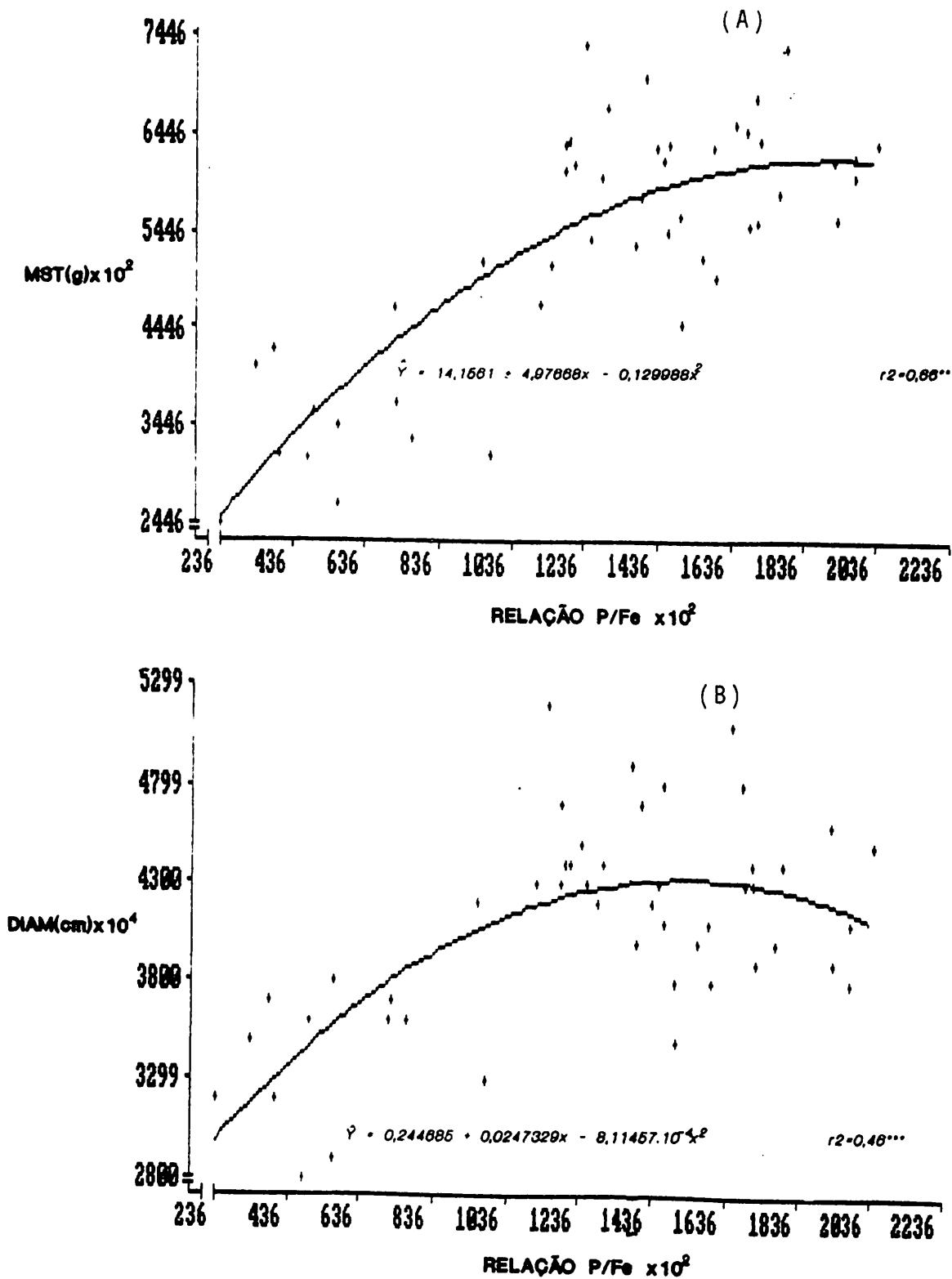


FIGURA 49. Efeito da relação P/Fe sobre a matéria seca total (A) e diâmetro do caule das plantas (B).

\*\*; \*\*\* Significativo aos níveis de 1 e 0,1%, respectivamente, pela regressão.

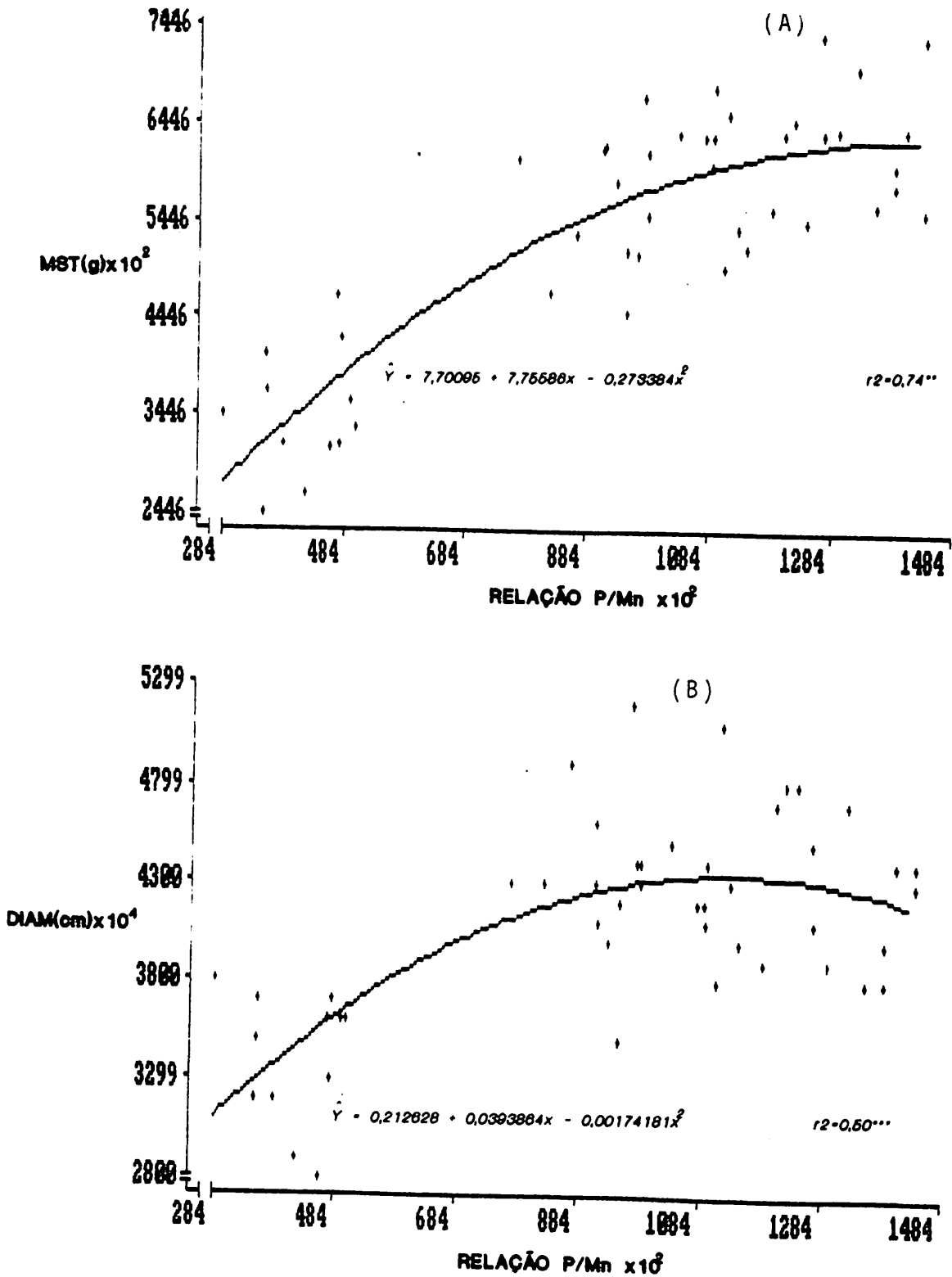


FIGURA 50. Efeito da relação P/Mn sobre a matéria seca total (A) e diâmetro do caule das plantas (B).

\*\*; \*\*\* Significativo aos níveis de 1 e 0,1%, respectivamente, pela regressão.

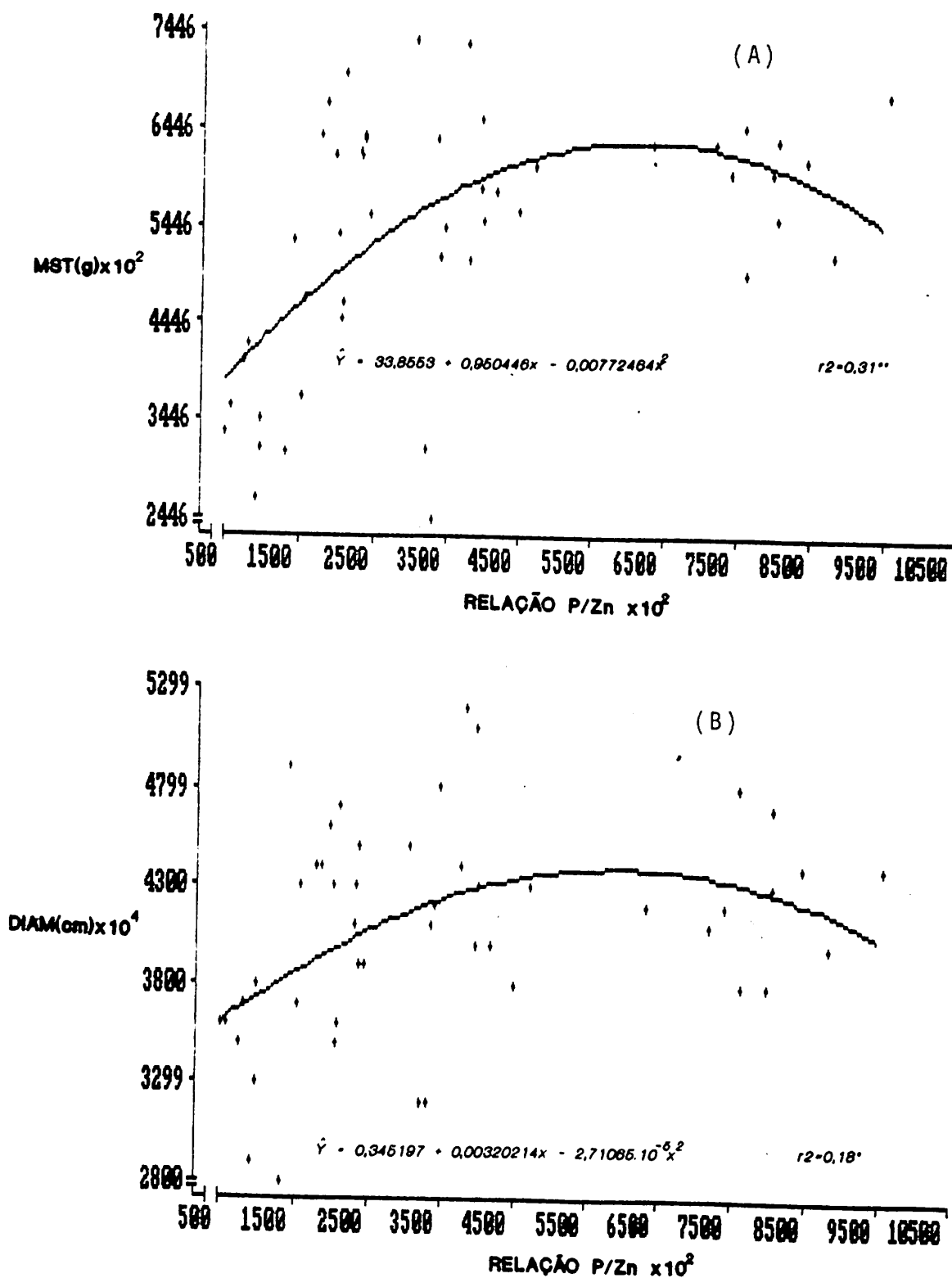


FIGURA 51. Efeito da relação P/Zn sobre a matéria seca total (A) e diâmetro do caule das plantas (B).

\*; \*\* Significativo aos níveis de 5 e 1%, respectivamente, pela regressão.

BOAWN & LEGGET (1984), trabalhando com batata e TAKKAR et alii (1976), trabalhando com milho, observaram a existência de relações P/Zn que favoreciam o estado nutricional das plantas. Comportamento semelhante, não sómente para a relação P/Zn, mas também para as demais analisadas, foi observado no presente estudo, favorecendo a produção de matéria seca total e o crescimento do diâmetro do caule das plantas.

BEAUFILS (1957) foi quem primeiro estudou a correlação entre produção e relações nutricionais em seringueira, sendo que seu trabalho foi direcionado a analisar o efeito das relações sobre a produção e características do látex. Este autor, em suas pesquisas, notou que toda variação do teor de um dado nutriente induzia, correlativamente, uma variação de mesmo sentido ou de sentido contrário em um ou vários nutrientes, havendo um equilíbrio fisiológico entre eles, o qual favorecia a produção de látex.

O comportamento observado neste trabalho confirma a necessidade da existência de relações equilibradas entre nutrientes para que as plantas possam crescer melhor.



## 5. CONCLUSOES

- A aplicação de doses crescentes de P não afetou a disponibilidade de Zn, descartando a hipótese de ocorrência da interação P-Zn no solo, sendo que esta interação parece ter ocorrido a nível de raiz, diminuindo a translocação e acumulação de Zn na parte aérea das plantas, devido às elevadas doses de P;
- O fósforo teve efeitos positivos sobre a altura, diâmetro, comprimento médio entre lançamentos foliares, matéria seca total, área foliar e teor de clorofila das plantas, todavia doses acima de 300 mgP/dm<sup>3</sup> solo foram desfavoráveis ao crescimento dos porta-enxertos de seringueira, sendo que as doses crescentes de P provocaram "efeito de diluição" dos teores foliares de K, Mg, B, Fe, Mn e Zn;
- A aplicação de zinco não teve efeito sobre o crescimento da seringueira, afetando somente o teor e quantidade de ferro no caule e de zinco na raiz, caule e folha, provavelmente devido a elevação dos níveis de zinco após a calagem, o que parece estar relacionado com a liberação de Zn pela mineralização da matéria orgânica;

As relações entre nutrientes podem servir como excelente ferramenta para diagnosticar o estado nutricional das plantas, pois algumas das relações aqui estudadas, através da regressão, puderam explicar grande parte das variações observadas na matéria seca total e no diâmetro do caule dos porta-enxertos de seringueira.

## 6. RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo estudar o efeito da aplicação de doses de P e Zn e sua possível interação na nutrição e crescimento de porta-enxertos de seringueira.

Foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Ciência do Solo da Escola Superior de Agricultura de Lavras, em vasos contendo 5,5 dm<sup>3</sup> de um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico. Os tratamentos constaram de 4 doses de P (0, 150, 300 e 450 mgP/dm<sup>3</sup> solo) e 3 doses de Zn (0, 5 e 10 mgZn/dm<sup>3</sup> solo). As fontes foram superfosfato triplo e sulfato de zinco respectivamente. O solo foi mantido com 60% do V.T.P. ocupado por água, sendo as plantas cultivadas por cerca de 7 meses. Ao final deste período foram avaliadas as seguintes variáveis: altura, diâmetro do caule a 5cm do solo, comprimento médio entre lançamentos, área foliar, matéria seca total, teor de clorofila nas folhas, quantidade acumulada e teores de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn na raiz, caule e folha das plantas. Foram feitas análises de variação e regressão dos parâmetros avaliados e também análises de regressão da matéria seca total e do diâmetro do caule em função das relações K/P, Ca/P, Mg/P, S/P, P/B, P/Fe, P/Cu, P/Mn e P/Zn nos tecidos foliares, e da relação P/Zn no solo.

Verificou-se efeito do P sobre todas as variáveis, com maior crescimento dos porta-enxertos verificado para doses em torno de 300 mgP/dm<sup>3</sup> solo. A interação P-Zn foi observada a nível de raiz, sem afetar, contudo, o crescimento das plantas. As doses crescentes de P tiveram efeito positivo sobre os teores foliares de P, Ca, S e Cu, e negativo para K, Mg, B, Fe, Mn e Zn. Os níveis de Zn no solo, após a calagem, foram suficientes, não havendo efeito da aplicação de doses de Zn sobre os parâmetros de crescimento.

## 7. SUMMARY

The objective of this work was to study the effect of P and Zn and their possible interaction on the nutrition and growth of rubber stocks.

It was carried-out at the greenhouse facilities of the Department of Soil Science, Escola Superior de Agricultura de Lavras, by using pots with 5.5 dm<sup>3</sup> filled with topsoil of a Dystrophic Dark-Red Latosol (Orthox). The treatments were: four rates of P(0, 150, 300 and 450 mgP/dm<sup>3</sup>) and three rates of Zn(0, 5 and 10 mgZn/dm<sup>3</sup> of soil). The sources were triple superphosphate and zinc sulphate, respectively. The pots were irrigated to achieve 60% of total porosity and the plants were cultivated for seven months. At the end of the experiment the following parameters were evaluated: plant height, girth diameter at 5cm from the soil level, medium length of foliar sprout, foliar area, total dry matter, chlorophyll leaf concentration and N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn and Zn contents and concentration in roots, girths and leaves. It was established variance and regression analysis for all parameters and also regression analysis of total dry matter and girth diameter as a function of the following ratios:K/P, Ca/P, Mg/P, S/P, P/B, P/Cu, P/Fe, P/Mn and P/Zn in the leaf tissue and P/Zn in the soil.

It was observed the effect of P on all variables with great stocks growth for the 300 mgP/dm<sup>3</sup> soil. The P/Zn interaction was

observed at the roots but did not affect the plant growth. The increase in the P rates had a positive effect on P, Ca, S and Cu leaf concentrations and a negative effect for K, Mg, Fe, Mn and Zn. The levels of soil Zn, after liming, were sufficient for adequate plant growth.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

01. ADRIANO, D.C.; PAULSEN, G.M. & MURPHY, L.S. Phosphorus-iron and phosphorus-zinc relationships in corn (*Zea mays* L.) seedlings as affected by mineral nutrition. Agronomy Journal, Madison, 63(1):37-9, Jan/Feb. 1971.
- 02 ALVES, R.N.B. Níveis de nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio para produção de porta-enxertos de seringueira (*Hevea* spp) no Anapá. Lavras, ESAL, 1987. 79p.(Tese MS).
03. ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS E CORRETIVOS AGRICOLAS. Análise de corretivos agrícolas. s.l., ANDA, 1989. 30p.
04. BARROS, N.F. de & ALVES, V.M.C. Adubação de seringueira. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 11(121):29-35, Jan. 1985.
05. BEAUFILS, E.R. Pesquisa de uma exploração racional da *Hévea* após um diagnóstico fisiológico demorado sobre a análise mineral de diversas partes da planta. Fertilité, Paris, 3:27-38, 1957.

06. BERNIZ, J.M.J. Influência de nitrogênio, fósforo e potássio em seringueira jovem (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.). Viçosa, UFV, 1987. 59p. (Tese Doutorado).
07. -----; VIÉGAS, I. de J.M. & BUENO, N. Deficiência de zinco, boro e cobre em seringueira. Brasília, EMBRAPA, CNPSD, 1980. 21p. (Circular Técnica, I).
08. BOAWN, L.C. & BROWN, J.C. Further evidence for a P-Zn imbalance in plants. Soil Science Society of America Proceedings, Madison, 32(1):94-7, Jan./Feb. 1968.
09. ----- & LEGGETT, G.E. Phosphorus and zinc concentrations in Russet Burbank potato tissues in relation to development of zinc deficiency symptoms. Soil Science Society of America Proceedings, Madison, 28(2):229-32, Mar./Apr. 1964.
10. BOLLE-JONES, E.W. Zinc: effects on the growth and composition of Hevea. Journal of the Rubber Research Institute of Malaya, Kuala Lumpur, 15(2):95-107, 1957.
11. BRAGA, J.M. Influência da calagem e do fósforo na adubação das culturas com zinco. I. Sorgo. Revista Ceres, Viçosa, 30(170):285-94, jul./ago. 1983.
12. BROWN, A.L.; KRANTZ, B.A. & EDDINGS, J.L. Zinc-phosphorus interactions as measured by plant response and soil analysis. Soil Science, Baltimore, 110(6):415-20, July/Dec. 1970.



13. CABALA-ROSAND, P. Alguns aspectos sobre a fertilização da seringueira. In: SEMINARIO NACIONAL DA SERINGUEIRA, I. Cuiabá, Nov. 1972. Anais... Cuiabá, 1972. p.181-8.
14. ----- & MAIA, F. Adubação de plântulas enviveiradas de seringueira. In: COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA. Informe Técnico 1972 e 1973. Itabuna, 1972/73. p.12.
15. CHRISTENSEN, N.W. & JACKSON, T.L. Potential for phosphorus toxicity in zinc-stressed corn and potato. Soil Science Society of America Journal, Madison, 45(5):904-9, Sept./Oct. 1981.
16. COQUEIRO, G.R. Efeito do fosfato de Araxá, calcário e gesso sobre o desenvolvimento de plantas de seringueira (Hevea spp) en casa de vegetação. Lavras, ESAL, 1984. 83p. (Tese MS).
17. CRUZ, E. de S. Adubação de NPK de seringal em formação. In: INSTITUTO AGRONOMICO DO NORTE. Relatório Anual; período: jul.1973/jun.1974. n.p. (Projeto: Pedologia e Fertilização).
18. DEV, S. & SHUKLA, U.C. Effect of P and Zn sources and their levels on the expression of P-Zn relationship in corn. The Madras Agricultural Journal, Coimbatore, 68(7):471-7, Jul. 1981.

19. ELLIS JR., R.; DAVIS, J. F. & THURLOW, D.L. Zinc availability in calcareous Michigan soil as influenced by phosphorus level and temperature. Soil Science Society of America Proceedings, Madison, 28(1):83-6, Jan./Feb. 1964.
20. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. Manual de Métodos de Análise do Solo. Rio de Janeiro, 1979. n.p.
21. FRAZAO, D.A.C. Efeitos dos elementos e suas deficiências. In: HAAG, H.P., coord. Nutrição e adubação da seringueira no Brasil. Campinas, Fundação CArgill, 1983. Cap. 5, p.41-8.
22. GUERRINI, I.A. Crescimento e recrutamento de macro e micronutrientes no período de quatro anos pela Hevea brasiliensis Muell. Arg., clone Fx 3864, na região de Rio Branco, AC. Piracicaba, ESALQ, 1983. 105p. (Tese MS).
23. HAMZAH, S.B. & GOMEZ, J.B. Ultrastructure of mineral deficient leaves of Hevea. II. Effects of micronutrient deficiencies. Journal of the Rubber Research Institute of Malaysia, Kuala Lumpur, 28(1):17-25, 1980.
24. ----- & ----- . Ultrastructure of mineral deficient leaves of Hevea. III. Quantitative considerations. Journal of the Rubber Research Institute of Malaysia, Kuala Lumpur, 29(1):15-23, 1981.

25. JARREL, W.M. & BEVERLY, R.B. The dilution effect in plant nutrition studies. Advances in Agronomy, New York, **34**:197-224, 1981.
26. LAMBERT, D.H.; BAKER, D.E. & COLE JR., H. The role of micorhizae in the interactions of phosphorus with zinc, copper and others elements. Soil Science Society of America Journal, Madison, **43**(5):976-80, Sept./Oct. 1979.
27. LIMA, J.M. de. Relação entre erosão, teor de ferro, parâmetros físicos e mineralógicos de solos da região de Lavras (MG). Lavras, ESAL, 1987. 86p. (Tese MS).
28. LINDSAY, W.L. Zinc in soils and plant nutrition. Advances in Agronomy, New York, **24**:147-86, 1972.
29. LINGLE, J.C.; TIFFIN, L.O. BROWN, J.C. Iron uptake transport of soybeans as influenced by other cations. Plant Physiology, Washington, **38**:71-6, 1983.
30. LONERAGAN, J.F.; GROVE, T.S.; ROBSON, A.D. & SNOWBALL, K. Phosphorus toxicity as a factor in zinc-phosphorus interactions in plants. Soil Science Society of America Journal, Madison, **43**(5):966-72, Sept./Oct. 1979.
31. -----; GRUNES, D.L.; WELCH, R.M.; ADUAYI, E.A. & TENGAH, A. Phosphorus accumulation and toxicity in leaves in relation to zinc supply. Soil Science Society of America Journal, Madison, **46**(2):345-52, Mar. 1982.

32. LOPES, O.M.N. Efeitos de diferentes doses de fósforo e da colonização fúngica da raiz sobre o crescimento e a absorção de nutrientes em seringueira (Hevea brasiliensis Muell. Arg.). Piracicaba, ESALQ, 1988. 75p. (Tese MS).
33. MALAVOLTA, E. Avaliação do estado nutricional. In: \_\_\_\_\_. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo, Ceres, 1980. Cap. 7, p.219-51.
34. -----; VITTI, G.C. & OLIVEIRA, S.A. de. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201p.
35. McGRATH, J.F. & ROBSON, A.D. Effect of nitrogen and phosphorus supply on the response of seedlings of Pinus radiata, D. Don to applied zinc. Australian Forestry Research, Melbourne, 14(3):163-73, 1984.
36. MELTON, J.R.; ELLIS, B.G. & DOLL, E.C. Zinc, phosphorus, and lime interactions with yield and zinc uptake by Phaseolus vulgaris. Soil Science Society of America Proceedings, Madison, 34(1):91-3, Jan./Feb. 1970.
37. MIRANDA, E.R. de; CABALA-ROSAND, P. & SANTANA, C.J.L. de. Requerimentos nutricionais e adubação do cultivo da seringueira. Ilhéus, CEPLAC-CEPEC, 1975. 32p. (Boletim Técnico, 33).

38. OLSEN, S.R. Micronutrient interactions. In: MORTVEDT, J.J.; GIORDANO, P.M. & LINDSAY, W.L., Eds. Micronutrients in agriculture. Soil Science Society of America, Madison, 1972. Cap. 12, p.243-64.
39. ONUWAJE, O.U. & UZU, F.O. Efeito da aplicação de NPK no crescimento de plântulas de seringueira. In: SEMINARIO NACIONAL DA SERINGUEIRA, 3, Manaus. 1980. Anais... Manaus, 1980. p.889-906.
40. ----- & ----- . Growth response of rubber seedlings to N, P and K fertilizer in Nigéria. Fertilizer Research, The Hague, 3(2):169-75, 1982.
41. PASRICHA, N.S.; BADDESHA, H.S.; AULAKH, M.S. & NAYYAR, V.K. The zinc quantity-intensity relationships in four different soils as influenced by phosphorus. Soil Science. Baltimore, 143(1):1-4, Jan. 1987.
42. PAULSEN, G.M. & ROTIMI, O.A. Phosphorus-zinc interaction in two soybean varieties differing in sensitivity to phosphorus nutrition. Soil Science Society of America Proceedings, Madison, 32(1):73-6, Jan./Feb. 1968.
43. PEREIRA, E.B.C.; PEREIRA, A.V.; SILVA, S.E.L. da. Doses de N, P, K, e Mg para viveiro de seringueira em Latossolo Amarelo de textura muito argilosa, em Manaus. Brasília, EMBRAPA-CNPDS, 1986. 10p. (Comunicado Técnico, 52).

44. PEREIRA, L.F. Efeitos da aplicação de calcário, fósforo e zinco no crescimento e nutrição de trigo (*Triticum aestivum* L.) e arroz (*Oryza sativa* L.) em dois solos de várzeas do Estado de Minas Gerais. Lavras, ESAL, 1985, 135p. (Tese MS).
45. PHOSPHORUS. Its role in rubber cultivation. Planter's Bulletin Rubber Research Institute Malaya, Kuala Lumpur, (120):82-91, 1972.
46. PHUSPADAS, M.V.; POTTY, S.N.; GEORGE, C.M. & KRISHNAKUMARI, M. Effect of long term applications of NPK fertilizers on pH and nutrient levels of soil and leaf in *Hevea brasiliensis*. Journal of Plantation Crops, Kasaragod, 1:38-43, 1973.
47. QUAGGIO, J.A. Critérios para calagem em solos do Estado de São Paulo. Piracicaba, ESALQ, 1983. 76p. (Tese MS).
48. RAIJ, B. van. Acidez e calagem do solo. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO EM FERTILIDADE DO SOLO. Londrina, IAPAR, 1983. p.65-85.
49. -----; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H.; FERREIRA, M.E.; LOPES, A.S. & BATAGLIA, O.C. Análise química do solo para fins de fertilidade. Campinas, Fundação Cargill, 1987. 170p.

50. REIS, E.L. & CABALA-ROSAND, P. Comparação de fontes fosfatadas no desenvolvimento da seringueira no Sul da Bahia. Revista Theobroma, Ilhéus, 15(4):177-84, 1985.
51. -----; SOUZA, L.F. de S. & CALDAS, R.C. Efeito da adubação NPK e da calagem no crescimento de plântulas enviveiradas de seringueira. Revista Theobroma, Ilhéus. 7(2):35-40, abr./jun. 1977.
52. REIS, E.L.; SOUZA, L.F. & MELLO, F. de A.F. de. Influência da aplicação de nitrogênio, fósforo e potássio sobre o desenvolvimento da seringueira (Hevea brasiliensis Muell. Arg.), no sul da Bahia. Revista Theobroma, Ilhéus, 14(1):45-52, jan./mar. 1984.
53. REUTER, D.J.; LONERAGAN, J.F., ROBSON, A.D. & PLASKETT, D. Zinc in subterranean clover (Trifolium subterraneum L. cv. Seaton Park). II. Effects of phosphorus supply on the relationship between zinc concentrations in plant parts and yield. Australian Journal of Agricultural Research, Melbourne, 33(6):1001-8, 1982.
54. RUFINO, D.T.C. Zoneamento ecológico para o cultivo da seringueira no Estado de Minas Gerais. Viçosa, UFV, 1986. 70p. (Tese MS).

55. SAKAL, R. & SINHA, R.B. Phosphorus and potassium nutrition of rice as influenced by zinc and iron application. The Madras Agricultural Journal, Coimbatore , 70(7):458-61, Jul. 1983.
56. SCHWARTZ, S.M.; WELCH, R.M.; GRUNES, D.L.; CARY, E.E.; NORVELL, W.A.; GILBERT, M.D.; MEREDITH, M.P. & SANCHIRICO, C.A. Effect of zinc, phosphorus and root-zone temperature on nutrient uptake by barley. Soil Science Society of America Journal, Madison, 51(2):371-5, Mar.apr. 1987.
57. SHARMA, K.C.; KRANTZ, B.A.; BROWN, A.L. & QUICK, J. Interaction of Zn and P in top and root of corn and tomato. Agro-  
nomy Journal, Madison, 60(5):453-6, Sept./Oct. 1968.
58. SHORROCKS, V.M. Deficiências minerais em Hevea e plantas de cobertura associadas. Brasilia, SUDHEVEA, 1979. 76p.
59. ----- . Mineral nutrition, growth and nutrient cycle of Hevea brasiliensis. I. Growth and nutrient content. Journal of the Rubber Research Institute of Malaysia, Kuala Lumpur, 19(1):1-8, 1965.
60. SINGH, J.P.; KARAMANOS, R.E. & STEWART, J.W.B. Phosphorus induced zinc deficiency in wheat on residual phosphorus plots. Agronomy Journal, Madison, 78(4):668-75, Jul./Aug. 1986.



61. STUKENHOLTZ, D.D.; OLSEN, R.J.; GOGAN, G. & OLSON, R.A. On the mechanism of phosphorus-zinc interaction in corn nutrition. Soil Science Society of America Proceedings, Madison, 30(6):759-63, Nov./Dec. 1966.
62. TAKKAR, P.N.; MANN, M.S.; BANSAL, R.L.; RANDHAWA, N.S. & SINGH, H. Yield and uptake response of corn to zinc, as influenced by phosphorus fertilization. Agronomy Journal, Madison, 68(6):942-6, Nov./Dec. 1976.
63. VALOIS, A.C.C. & BERNIZ, J.M.J. Adubação mineral em viveiro de seringueira. Boletim Técnico do Instituto de Pesquisa Agropecuária da Amazônia Ocidental, Manaus, (4):25-33, dez. 1974.
64. VETTORI, L. Métodos de análises do solo. Rio de Janeiro. Ministério da Agricultura, 1969. 24p. (Boletim Técnico 7).
65. VIGAS, I. de J.M. Doses de NPK em viveiro de Hevea spp na obtenção de plantas aptas para enxertia em Latossolo Amarelo textura média, na Ilha do Mosqueiro - PA. Piracicaba, ESALQ, 1985. 71p. (Tese MS).
66. WALLACE, A.; ELGAZZAR, A.A.; CHA, J.W. & ALEXANDER, G.V. Phosphorus levels versus concentrations of zinc and other elements in bush bean plants. Soil Science, Baltimore, 117(6):347-51, June, 1974.

67. WARNOCK, R.E. Micronutrient uptake and mobility within corn plants (Zea mays L.) in relation to phosphorus induced zinc deficiency. Soil Science of America Proceedings, Madison, 34(5):765-9, Sept./Oct. 1970.
68. ZAKARIA, Z.Z.; GAMMON JR., N.; WAHAB, M.A. & WONG, S.P. Response of rubber (Hevea brasiliensis) seedlings to phosphorus sources on a malaysian clay soil. Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings, 38:81-3, 1979.

**APPENDICE**

QUADRO 1A. Níveis de fósforo e zinco no solo após aplicação dos tratamentos (média de 4 repetições).

Doses mg nutriente dm <sup>3</sup> solo	Fósforo				Zinco				
	000	150	300	450	N.S.(%)	00	05	10	N.S.(%)
<b>-Níveis-</b>									
P(ppm)	1,08	21,58	48,17	79,67	0,00RL	37,87	35,06	39,94	13,44
Zn(ppm)	6,22	5,94	5,22	5,89	20,64	1,24	5,51	10,77	0,00RL

RL - Significativo para a regressão linear.

QUADRO 2A. Altura, diâmetro do caule à 5cm do solo (DIAM), comprimento médio entre lançamentos (CML), matéria seca total (MST), área foliar (AFOL) e teor de clorofila (CLOR) das plantas em função das doses de P e Zn (média de 4 repetições).

Doses	ALTURA	DIAM	CML	MST	AFOL	CLOR
	(cm/planta)			( $\frac{g}{\text{vaso}}$ )	( $\text{dm}^2$ )	( $\mu\text{gclor./cm}^2\text{folha}$ )
000	61,33	0,34	13,18	34,74	22,80	28,98
150	71,94	0,42	15,63	58,73	38,00	42,28
<u>ngP</u> dm <sup>3</sup> solo 300	74,82	0,44	16,70	59,54	35,84	44,01
450	77,13	0,43	15,70	60,36	38,95	47,44
N.S.(Z)	0,22RL	0,05RQ	1,57RQ	0,00RQ	0,00RQ	0,46RQ
00	70,37	0,40	15,00	53,45	35,36	40,10
<u>ngZn</u> dm <sup>3</sup> solo 05	73,61	0,42	15,78	53,73	33,45	40,22
10	69,93	0,41	15,14	52,85	32,88	41,74
N.S.(Z)	66,33	25,31	66,17	79,24	16,96	58,01

RL - Significativo para a regressão linear.

RQ - Significativo para a regressão quadrática.

QUADRO 3A. Teor e quantidade acumulada de N na planta em função das doses de P e Zn (média de 4 repetições).

Doses	RAIZ	CAULE	FOLHA	RAIZ	CAULE	FOLHA
	N(%)			N(mg/vaso)		
000	1,89	1,73	3,03	195,68	21,49	344,45
150	1,57	1,05	3,01	253,68	23,45	620,81
<u>mgP</u> dm <sup>3</sup> solo 300	1,45	1,04	2,93	228,59	24,60	597,78
450	1,65	1,22	2,87	249,90	26,99	642,43
N.S.(%)	0,00RQ	0,01RQ	16,24	6,15RQ	6,13RL	0,02RQ
00	1,65	1,22	2,97	227,87	23,19	584,75
<u>mgZn</u> dm <sup>3</sup> solo 05	1,61	1,21	2,94	225,54	23,74	551,72
10	1,66	1,34	2,98	242,47	25,46	537,61
N.S.(%)	60,34	25,58	67,93	22,08	62,02	59,02

RL - Significativo para a regressão linear.

RQ - Significativo para a regressão quadrática.

QUADRO 4A. Teor e quantidade acumulada de P na planta em função das doses de P e Zn (média de 4 repetições).

Doses	RAIZ	CAULE	FOLHA	RAIZ	CAULE	FOLHA
	P(%)			P(mg/vaso)		
000	0,04	0,02	0,08	4,41	2,86	8,75
150	0,08	0,04	0,13	15,31	8,98	28,28
<u>mgP</u> dm <sup>3</sup> solo 300	0,10	0,05	0,13	15,33	12,02	27,03
450	0,10	0,08	0,12	15,90	12,78	28,25
N.S.(%)	0,00RQ	0,52RQ	0,00RQ	0,00RQ	0,16RQ	0,00RQ
00	0,08	0,04	0,11	12,64	8,74	21,90
<u>mgZn</u> dm <sup>3</sup> solo 05	0,09	0,04	0,11	12,80	8,70	22,81
10	0,08	0,04	0,10	12,78	8,90	20,02
N.S.(%)	52,91	62,75	7,04	84,95	30,55	13,61

RQ - Significativo para a regressão quadrática.

QUADRO 5A. Teor e quantidade acumulada de K na planta em função das doses de P e Zn (média de 4 repetições).

Doses	RAIZ	CAULE	FOLHA	RAIZ	CAULE	FOLHA
	K(%)			K(mg/vaso)		
000	0,58	0,64	1,31	60,15	82,46	148,36
150	0,80	0,58	1,24	129,13	122,80	255,91
$\frac{\text{mgP}}{\text{dm}^3 \text{ solo}}$ 300	0,86	0,60	1,19	135,49	142,23	242,72
450	0,86	0,62	0,83	131,77	139,94	186,23
N.S.(%)	0,05RQ	5,94	3,66RQ	0,00RQ	2,18RQ	0,00RQ
00	0,80	0,62	1,15	115,26	121,04	221,27
$\frac{\text{mgZn}}{\text{dm}^3 \text{ solo}}$ 05	0,76	0,57	1,07	110,35	119,92	192,91
10	0,77	0,63	1,20	118,50	124,82	210,73
N.S.(%)	52,16	8,07	13,22	66,77	74,57	9,49

RQ - Significativo para a regressão quadrática.

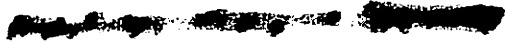


QUADRO 8A Teor e quantidade acumulada de Ca na planta em função das doses de P e Zn (média de 4 repetições).

Doses	RAIZ	CAULE	FOLHA	RAIZ	CAULE	FOLHA
	Ca(%)			Ca(mg/vaso)		
000	0,46	0,65	1,04	47,87	83,77	116,92
150	0,58	0,53	0,84	98,05	116,11	173,17
$\frac{\text{mgP}}{\text{dm}^3 \text{ solo}}$ 300	0,66	0,69	1,00	103,25	160,43	203,93
450	0,77	0,88	1,07	117,94	197,02	239,28
N.S.(%)	0,00RL	0,01RQ	0,39RQ	0,04RQ	0,00RL	0,00RQ
00	0,62	0,65	0,94	89,49	131,90	176,26
$\frac{\text{mgZn}}{\text{dm}^3 \text{ solo}}$ 05	0,61	0,72	1,03	90,01	147,22	194,41
10	0,62	0,70	0,99	96,56	138,87	179,30
N.S.(%)	79,81	25,40	13,18	19,93	16,52	10,96

RL - Significativo para a regressão linear.

RQ - Significativo para a regressão quadrática.



QUADRO 7A. Teor e quantidade acumulada de Mg na planta em função das doses de P e Zn (média de 4 repetições).

Doses	RAIZ	CAULE	FOLHA	RAIZ	CAULE	FOLHA
	Mg(%)			Mg(mg/vaso)		
000	0,53	0,28	0,47	55,38	35,89	53,17
150	0,43	0,21	0,38	69,63	48,23	73,92
<u>ngP</u> dm <sup>3</sup> solo 300	0,37	0,22	0,35	59,12	51,80	71,39
450	0,37	0,25	0,36	56,68	54,82	80,23
N.S.(%)	0,04RL	0,58RQ	0,04RQ	7,46	0,03RL	0,02RL
00	0,44	0,23	0,38	61,52	45,88	69,80
<u>ngZn</u> dm <sup>3</sup> solo 05	0,44	0,24	0,38	60,51	48,04	70,02
10	0,40	0,24	0,38	58,58	47,51	69,21
N.S.(%)	27,76	69,63	61,84	61,14	68,59	69,92

RL - Significativo para a regressão linear.

RQ - Significativo para a regressão quadrática.

QUADRO 8A. Teor e quantidade acumulada de S na planta em função das doses de P e Zn (média de 4 repetições).

Doses	RAIZ	CAULE	FOLHA	RAIZ	CAULE	FOLHA
	S(%)			S(mg/vaso)		
000	0,14	0,06	0,16	15,10	7,61	18,23
150	0,16	0,06	0,18	25,60	12,56	37,44
$\frac{\text{mgP}}{\text{dm}^3 \text{ solo}}$ 300	0,15	0,06	0,18	23,63	14,64	36,71
450	0,17	0,06	0,18	25,66	18,66	40,32
N.S.(%)	0,05RL	2,02RQ	0,98RL	0,03RQ	0,06RL	0,12RQ
00	0,15	0,06	0,17	21,60	12,93	32,96
$\frac{\text{mgZn}}{\text{dm}^3 \text{ solo}}$ 05	0,16	0,06	0,17	22,29	13,26	33,06
10	0,16	0,07	0,18	23,57	14,07	33,51
N.S.(%)	13,31	11,93	5,16	14,31	60,76	82,96

RL - Significativo para a regressão linear.

RQ - Significativo para a regressão quadrática.

QUADRO 8A Teor e quantidade acumulada de B na planta em função das doses de P e Zn (média de 4 repetições).

Doses	RAIZ	CAULE	FOLHA	RAIZ	CAULE	FOLHA
	B(ppm)			B(mg/vaso)		
000	16,84	16,65	74,42	0,17	0,21	0,84
150	16,77	15,90	47,17	0,27	0,35	0,97
$\frac{\text{mgP}}{\text{dm}^3 \text{ solo}}$ 300	16,69	14,95	47,58	0,26	0,34	0,96
450	15,30	16,23	45,60	0,31	0,36	1,02
N.S.(%)	4,00RL	24,35	0,00RQ	0,00RQ	0,61RQ	2,02RL
00	16,30	16,15	51,59	0,23	0,32	0,94
$\frac{\text{mgZn}}{\text{dm}^3 \text{ solo}}$ 05	16,68	15,05	54,28	0,24	0,30	0,96
10	16,23	16,59	55,36	0,24	0,33	0,95
N.S.(%)	55,18	15,36	8,35	67,98	62,59	74,78

RL - Significativo para a regressão linear.

RQ - Significativo para a regressão quadrática.

QUADRO 10A. Teor e quantidade acumulada de Cu na planta em função das doses de P e Zn (média de 4 repetições).

Doses	RAIZ	CAULE	FOLHA	RAIZ	CAULE	FOLHA
	Cu(ppm)			Cu(ng/vaso)		
000	54,81	4,01	4,30	0,55	0,05	0,05
150	56,96	4,98	4,61	0,81	0,18	0,09
<u>ngP</u> dm <sup>3</sup> solo 300	47,72	5,18	4,28	0,75	0,12	0,09
450	47,91	4,86	5,33	0,73	0,11	0,12
N.S.(%)	7,79RL	1,53RQ	7,57RL	0,24RQ	6,31RQ	0,00RL
00	51,82	5,08	4,84	0,74	0,10	0,09
<u>ngZn</u> dm <sup>3</sup> solo 05	53,30	4,52	4,37	0,76	0,09	0,08
10	50,43	4,67	4,69	0,71	0,15	0,09
N.S.(%)	59,25	19,27	27,83	59,36	31,99	53,00

RL - Significativo para a regressão linear.

RQ - Significativo para a regressão quadrática.

QUADRO 11A. Teor e quantidade acumulada de Fe na planta em função das doses de P e Zn (média de 4 repetições).

Doses	RAIZ	CAULE	FOLHA	RAIZ	CAULE	FOLHA	
	Fe(ppm)			Fe(mg/vaso)			
000	7.199,41	18,43	119,83 <sup>1</sup>	74,87	0,23	1,38	
150	8.550,84	31,08	87,01	137,99	0,69	1,80	
<u>ngP</u> dm <sup>3</sup> solo	300	9.154,71	28,13	82,65	144,91	0,82	1,88
	450	10.567,84	27,21	87,28	161,25	0,57	1,95
N.S.(%)	0,00RL	13,56	1,35RQ	0,00RL	0,24RQ	0,76RL	
00	8.875,90	22,35	98,58	127,26	0,45	1,75	
<u>ngZn</u> dm <sup>3</sup> solo	05	8.129,24	31,28	95,78	132,46	0,64	1,78
	10	8.599,46	25,78	88,24	129,39	0,49	1,57
N.S.(%)	58,39	10,60	25,12	63,73	4,09RQ	28,41	

RL - Significativo para a regressão linear.

RQ - Significativo para a regressão quadrática.

QUADRO 12A. Efeito da interação entre as doses de P e Zn sobre o teor de Fe no caule (média de 4 repetições).

		mgP/dm <sup>3</sup> solo				N.S.(%)
Doses		000	150	300	450	
		-----Fe (ppm)-----				
<u>mgZn</u> dm <sup>3</sup> solo	00	21,95	14,99	28,19	24,26	54,21
	05	19,39	51,72	35,31	18,71	0,20RQ
	10	16,95	26,53	20,89	38,68	6,92RL
N.S.(%)		63,17	0,15RQ	22,78	15,29	

RL - Significativo para a regressão linear.

RQ - Significativo para a regressão quadrática.

QUADRO 13A. Efeito da interação entre as doses de P e Zn sobre as quantidades de Fe no caule (média de 4 repetições).

		mgP/dm <sup>3</sup> solo				N.S.(%)
Doses		000	150	300	450	
		-----Fe (mg/vaso)-----				
<u>mgZn</u> dm <sup>3</sup> solo	00	0,25	0,34	0,65	0,56	4,24RL
	05	0,24	1,12	0,81	0,40	0,01RQ
	10	0,21	0,61	0,41	0,74	2,54RL
N.S.(%)		84,50	0,06RQ	8,79	13,12	

RL - Significativo para a regressão linear.

RQ - Significativo para a regressão quadrática.



QUADRO 14A. Teor e quantidade acumulada de Mn na planta em função das doses de P e Zn (média de 4 repetições).

Doses	RAIZ	CAULE	FOLHA	RAIZ	CAULE	FOLHA
	Mn(ppm)			Mn(mg/vaso)		
000	291,97	54,15	143,80	3,04	0,69	1,63
150	302,12	49,84	110,81	4,92	1,11	2,27
$\frac{\text{mgP}}{\text{dm}^3 \text{ solo}}$ 300	347,99	53,66	117,04	5,47	1,26	2,37
450	394,05	53,18	115,12	5,97	1,21	2,53
N.S.(%)	0,08RL	50,36	0,39RQ	4,29RQ	1,56RQ	5,18RQ
00	352,29	53,88	117,98	5,06	1,08	2,18
$\frac{\text{mgZn}}{\text{dm}^3 \text{ solo}}$ 05	330,56	54,63	128,25	4,77	1,12	2,31
10	319,25	49,61	118,84	4,72	1,00	2,12
N.S.(%)	19,61	21,00	6,77	59,65	53,29	22,16

RL - Significativo para a regressão linear.

RQ - Significativo para a regressão quadrática.

QUADRO 15A. Teor e quantidade acumulada de Zn na planta em função das doses de P e Zn (média de 4 repetições).

Doses	RAIZ	CAULE	FOLHA	RAIZ	CAULE	FOLHA
	Zn(ppm)			Zn(mg/vaso)		
000	95,43	29,91	58,02	1,04	0,39	0,69
150	138,53	23,43	38,64	2,30	0,51	0,74
$\frac{\text{mgP}}{\text{dm}^3 \text{ solo}}$ 300	134,13	23,70	37,66	2,11	0,55	0,79
450	141,53	24,41	37,96	2,12	0,53	0,84
N.S.(%)	0,89RQ	0,73RQ	0,26RQ	0,03RQ	1,86RQ	5,99RL
00	28,68	11,43	19,43	0,40	0,22	0,35
$\frac{\text{mgZn}}{\text{dm}^3 \text{ solo}}$ 05	123,63	26,61	41,21	1,82	0,53	0,75
10	229,90	38,05	68,55	3,48	0,74	1,18
N.S.(%)	0,00RL	0,00RL	0,00RL	0,00RL	0,00RL	0,00RL

RL - Significativo para a regressão linear.

RQ - Significativo para a regressão quadrática.

QUADRO 18A. Efeito da interação entre as doses de P e Zn sobre o teor de Zn na raiz (média de 4 repetições).

		mgP/dm <sup>3</sup> solo				
Doses		000	150	300	450	N.S.(%)
		-----Zn (ppm)-----				
<u>mgZn</u> dm <sup>3</sup> solo	00	28,73	29,38	28,22	28,4	96,46
	05	85,51	130,98	145,75	132,28	1,20RL
	10	172,05	255,23	228,41	263,91	3,80RL
N.S.(%)		0,00RL	0,00RL	0,00RL	0,00RL	

RL - Significativo para a regressão linear.

RL - Significativo para a regressão quadrática.

QUADRO 17A. Efeito da interação entre as doses de P e Zn sobre as quantidades de Zn na raiz (média de 4 repetições).

		mgP/dm <sup>3</sup> solo				
Doses		000	150	300	450	N.S.(%)
		-----Zn (mg/vaso)-----				
<u>mgZn</u> dm <sup>3</sup> solo	00	0,28	0,46	0,45	0,43	69,91
	05	0,88	2,04	2,23	2,12	1,43RL
	10	1,97	4,40	3,67	3,82	0,02RL
N.S.(%)		0,01RL	0,00RL	0,00RL	0,00RL	

RL - Significativo para a regressão linear.

RL - Significativo para a regressão quadrática.

QUADRO 18A. Características químicas do solo após o período de incubação com fósforo e zinco (média de 4 repetições).

Doses	pH(H <sub>2</sub> O)	H+Al	Al	Ca	Mg	K	SB	t	T	B	V	P	S-80 <sub>4</sub> - <sup>-2</sup> B	Cu	Fe	Mn	Zn	H.O.		
																			meq/100cm <sup>3</sup>	ppm
000	5,3	3,0	0,1	1,2	1,0	94,0	2,5	2,6	5,4	4,0	45,0	1,1	24,3	0,9	3,6	56,9	6,2	6,2	2,4	
150	5,4	3,0	0,1	1,6	1,0	97,0	2,8	2,9	5,8	3,4	48,3	21,6	30,7	0,9	2,8	52,3	6,7	5,9	2,5	
<u>mgP</u> de solo	300	5,4	3,2	0,1	2,0	1,0	92,0	3,2	3,3	6,4	3,0	50,0	48,1	39,3	0,8	2,6	57,4	7,3	5,2	2,6
450	5,5	3,2	0,1	2,3	1,0	96,0	3,5	3,6	6,7	2,8	52,2	79,7	50,9	0,8	2,8	52,7	7,7	6,0	2,7	
00	5,4	3,1	0,1	1,8	0,9	95,0	2,9	3,0	6,0	3,3	48,3	37,9	34,8	0,9	2,9	56,7	7,1	1,2	2,5	
<u>mgZn</u> de solo	05	5,4	3,1	0,1	1,7	1,0	94,0	2,9	3,0	6,0	3,3	48,3	35,1	36,1	0,9	3,3	51,7	6,9	5,5	2,6
10	5,4	3,0	0,1	1,8	1,0	95,0	3,0	3,1	6,0	3,2	49,2	39,9	37,9	0,8	2,7	56,0	6,9	10,8	2,6	

QUADRO 19A. Características químicas do solo, ao final do experimento, em função dos tratamentos aplicados (média de 4 repetições).

Doses	pH(H <sub>2</sub> O)	H+Al	Al	Ca	Mg	K	BB	t	T	a	V	P	S-80 <sub>4</sub> - <sup>2</sup> B	B	Cu	Fe	Mn	Zn	M.O.	
	mg/100cm <sup>3</sup>					ppm	mg/100cm <sup>3</sup>					ppm					%			
000	4,3	4,0	0,4	1,2	0,9	156,5	2,5	2,9	6,5	13,8	38,5	1,1	10,4	0,5	1,8	36,7	3,8	3,2	2,6	
150	4,4	4,1	0,4	1,5	0,8	114,2	2,6	3,0	6,7	13,3	38,8	11,6	11,3	0,4	1,5	35,0	3,7	2,8	2,5	
mgP de <sup>3</sup> solo	300	4,5	4,5	0,3	1,8	0,9	118,6	3,0	3,3	7,5	9,1	40,0	31,0	14,5	0,3	1,2	37,5	3,9	2,8	2,5
450	4,6	4,5	0,2	2,2	1,0	130,3	3,5	3,7	8,0	5,4	43,7	55,9	20,7	0,3	1,2	35,4	4,0	3,0	2,5	
00	4,5	4,3	0,3	1,7	0,9	126,1	2,9	3,2	7,2	9,4	40,3	24,5	14,0	0,4	1,4	35,9	3,9	0,4	2,5	
mgZn de <sup>3</sup> solo	05	4,5	4,3	0,3	1,7	0,8	134,4	2,8	3,1	7,1	9,7	39,4	25,7	14,8	0,4	1,5	36,3	3,9	2,7	2,5
10	4,5	4,3	0,3	1,5	1,0	129,2	2,8	3,1	7,1	9,7	39,4	24,5	13,9	0,4	1,4	36,2	3,7	5,7	2,6	