

ZENAIDE BARBOSA

EFEITO DO FOSFORO E DO ZINCO NA NUTRIÇÃO E CRESCIMENTO DE
Myracrodruon urundeuva Fr. All. (AROEIRA-DO-SERTÃO).

Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura
de Lavras, como parte das exigências do Curso de
Mestrado em Agronomia, área de concentração em
Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de
"Mestre".

Orientadora

Profa. JANICE GUEDES DE CARVALHO

LAVRAS

MINAS GERAIS - BRASIL

1994

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e Classificação da Biblioteca Central da ESAL

BARBOSA, Zenaide.

Efeito do fósforo e do zinco na nutrição e crescimento de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (aroeira-do-sertão) / Zenaide Barbosa. -- Lavras: ESAL, 1994.

105 p. : il.

Orientador: Janice Guedes de Carvalho.

Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura de Lavras.

Bibliografia.

1. Aroeira-do-sertão - Adubação. 2. Aroeira-do-sertão - Nutrição. 3. Fósforo - Aroeira-do-sertão - Efeito. 4. Zinco - Aroeira-do-sertão - Efeito. I. Escola Superior de Agricultura de Lavras. II. Título.

CDD-634.97328

ZENAIDE BARBOSA

EFEITO DO FÓSFORO E DO ZINCO NA NUTRIÇÃO E CRESCIMENTO DE
Myracrodruon urundeuva Fr. All. (AROEIRA-DO-SERTÃO).

Dissertação apresentada à Escola Superior de
Agricultura de Lavras, como parte das exigências do
Curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em
Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de
"Mestre".

APROVADA em 24 de agosto de 1994

Prof. Antônio Claudio David

Prof. Fátima M. S. Moreira

Prof. Nelson Venturin

Prof. Janice Guedes de Carvalho
(Orientadora)

Aos meus pais, Senhorinha (in memorian) e Manoel

A meus irmãos, Lourdes, Cecília, Claudirene,

Luiz, Lineu, Leonardo, Eléia,

Manoel, João, Marcos, Maura e

Luciana

A meus sobrinhos, Alberto, Débora, Tânia, Senhorinha,

André, Érika, Renata, Diego, Janaina,

Bruno, Gustavo, Thiago, Manuela,

Fernando, Fabrício, Ana

Flávia, Carlos Augusto,

Natália e

Dinaldo

A meus cunhados, tios, primos e avó

A meu amado "Nego"

OFEREÇO

O dever começa precisamente no ponto
em que ameaçais a felicidade ou a
tranquilidade do vosso próximo,
e termina no limite que não
desejaríeis ver transposto
em relação a vós mesmos!

A Aroeira,

e a todos que dela beneficiam-se,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A DEUS;

A Escola Superior de Agricultura de Lavras;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Tecnológico e Científico/CNPq;

Aos professores e funcionários do Departamento de Solos - ESAL;

A orientadora - Profa. Janice Guedes de Carvalho;

Aos professores - Antônio Claudio David, Nelson Venturin,
Fátima M. S. Moreira, Geraldo A. de A. Guedes,
Natalino Calegário, Silvestre F. Vasquez;

Aos colegas do Curso de Mestrado em Agronomia - Área de concentração Solos e Nutrição de Plantas, em especial Paron, Tadeo, Cesar, Daniela, Marisa, Maria Inês;

Aos amigos, Marta, Carlos, Leão, Deusary, Maria Gomes Lourenço, Da. Lucinda, Da. Zizinha, Da. Enedina, Antônio Monteiro, José Mário, Elídio, Osmar Marques;

A minha família;

Aqueles que contribuíram anonimamente, a fim de que eu chegasse ao término do curso.

SUMARIO

	PAGINA
RESUMO	xiii
SUMMARY	x
1 INTRODUÇÃO	01
2 REVISAO DE LITERATURA	03
2.1 Descrição da espécie	03
2.2 Nutrição mineral de mudas	06
2.3 Interação Fósforo (P) x Zinco (Zn)	12
3 MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1 Delineamento Experimental e Tratamentos	21
3.2 Semeadura e Transplântio	24
3.3 Condução do Experimento	24
3.4 Análises Químicas de Matéria Seca	25
3.5 Análises Químicas de Solo	25
3.6 Análises das variáveis estudadas	26
4 RESULTADOS E DISCUSSAO	27
4.1 Níveis iniciais de fósforo (p) e Zinco (Zn) no Solo	27
4.2 Características de crescimento	29
4.3 Teor e Quantidade acumulada de Nutrientes nas plantas	34
4.3.1 Nitrogênio (N)	34
4.3.2 Fósforo (P)	37
4.3.3 Potássio (K)	40
4.3.4 Cálcio (Ca)	43
4.3.5 Magnésio (Mg)	46
4.3.6 Enxofre (S)	49
4.3.7 Boro (B)	51
4.3.8 Cobre (Cu)	54
4.3.9 Manganês (Mn)	57
4.3.10 Zinco (Zn)	59
4.3.11 Ferro (Fe)	62
5 CONCLUSÕES	66
6 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	68
7 ANEXOS	76

LISTA DE TABELAS

TABELAS	PAGINA
01 Características químicas e físicas das amostras de solo ao natural (camada 0-20 cm)	22
02 Nutrientes fornecidos na adubação básica	23
03 Níveis de fósforo e zinco no solo após aplicação dos tratamentos (média de 4 repetições)	27
04 Efeito da interação entre as doses de P e Zn sobre a altura (ALT) e o diâmetro do caule das plantas (DIAM) a 5 cm do solo (média de 4 repetições)	29
05 Efeito da interação entre as doses de P e Zn sobre as matérias secas de: raiz (MSR), caule (MSC), folha (MSF) e total(MST) das plantas (média de 4 repetições)	32
06 Efeito da interação entre as doses de P e Zn sobre os teores e quantidades acumuladas de N na planta (média de 4 repetições)	36

TABELAS

PAGINA

07	Efeito da interação entre as doses de P e Zn sobre os teores e quantidades acumuladas de P na planta (média de 4 repetições)	39
08	Efeito da interação entre as doses de P e Zn sobre os teores e quantidades acumuladas de K na planta (média de 4 repetições)	41
09	Efeito da interação entre as doses de P e Zn sobre os teores e quantidades acumuladas de Ca na planta (média de 4 repetições)	44
10	Efeito da interação entre as doses de P e Zn sobre os teores e quantidades acumuladas de Mg na planta (média de 4 repetições)	47
11	Efeito da interação entre as doses de P e Zn sobre os teores e quantidades acumuladas de S na planta (média de 4 repetições)	50
12	Efeito da interação entre as doses de P e Zn sobre os teores e quantidades acumuladas de B na planta (média de 4 repetições)	53
13	Efeito da interação entre as doses de P e Zn sobre os teores e quantidades acumuladas de Cu na planta (média de 4 repetições)	56
14	Efeito da interação entre as doses de P e Zn sobre os teores e quantidades acumuladas de Mn na planta (média de 4 repetições)	58

TABELAS

PAGINA

15	Efeito da interação entre as doses de P e Zn sobre os teores e quantidades acumuladas de Zn na planta (média de 4 repetições)	61
16	Efeito da interação entre as doses de P e Zn sobre os teores e quantidades acumuladas de Fe na planta (média de 4 repetições)	64

RESUMO

BARBOSA, Zenaide. Efeito do fósforo e do zinco na nutrição e crescimento de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (aroeira-do-sertão). Lavras: ESAL, 1994. 105p. (Dissertação - Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas)*

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 mudas de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (aroeira-do-sertão). Foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Ciência do Solo da Escola Superior de Agricultura de Lavras/ESAL, utilizando-se material de um Latossolo Roxo. O experimento seguiu Delineamento em Blocos Casualizados, em esquema fatorial, constando os tratamentos de 4 doses de P (0, 150, 300 e 450 mgP/dm³ solo) e de 3 doses de Zn (0, 5 e 10 mgZn/dm³ solo), cujas fontes foram respectivamente superfosfato triplo (ST) e sulfato de zinco. As plantas foram cultivadas, por um período de 280 dias. Neste período, foram efetuadas avaliações mensais das características de crescimento: altura e diâmetro do colo a 5 cm do solo; e, ao final do mesmo, avaliações da matéria seca (raiz, caule, folha e total), relação raiz/parte aérea,

* Orientadora: Janice Guedes de Carvalho. Membros da Banca: Antônio Claudio David, Fátima M. S. Moreira e Nelson Venturin

quantidade acumulada e teor de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn na parte aérea (caule e folha) das plantas. Foram realizadas análises de variação e regressão das características avaliadas. A interação entre o P e o Zn teve efeito significativo no crescimento e nutrição das plantas através das características avaliadas, sendo os maiores incrementos em resposta ao P e ao Zn obtidos com a aplicação de 450 mgP/dm^3 solo e 5 mgZn/dm^3 solo. Nesta combinação, já a partir do terceiro mês de repicagem das plântulas, as mudas apresentavam-se com altura entre 38,5 - 39,3 cm e diâmetro do colo a 5 cm do solo entre 0,26 - 0,33 cm; e, ao final do experimento, com as maiores produções de matéria seca (raiz, caule, folha e total), menor relação raiz/parte aérea e teores foliares dos nutrientes correspondentes a 3,42 %N, 1,56 %P, 1,78 %K, 1,02 %Ca, 0,55 %Mg, 0,32 %S, 52,46 ppmB, 9,11 ppmCu, 143,83 ppmFe, 27,04 ppmMn e 26,18 ppmZn.

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 "aroeira-do-sertão" (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.).

The experiment was carried-out at the greenhouse facilities of the Department of Soil Science, "Escola Superior de Agricultura de Lavras", by using pots with 8.0 dm³ filled with Very Dark Red Latosol. The treatments were: for rates of P (0, 150, 300 and 450 mgP/dm³ of soil) and three rates of Zn (0, 5 and 10 mgZn/dm³ of soil). The sources were triple superphosphate and zinc sulphate, respectively. The pots were irrigated to achieve 35% of total porosity and the plants were cultivated for three months. At the end of the experiment the following parameters were evaluated: plant height, stem girth diameter at 5 cm from the soil level, dry matter (root, stem, leaf, total) and N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn and Zn contents and concentration in stem and leaves. It was established variance and regression analysis for all parameters.

It was observed the effect of P and zinc on all variables, as well as the P/Zn interaction affect the plant growth and the greatest plant growth for the 450 mgP/dm³ of soil and 5 mgZn/dm³ of soil. In this treatment, beginning at the third month after planting, the plants height was from 38,5 to 39,3 cm

and with a diameter at 5 cm from the soil from 0.26 to 0.33 cm, and at the end of the experiment with the highest dry matter production (root, stem, leaf and total), lower root/top ratio and leaf nutrient content of 3.42 %N, 1.56 %P, 1.78 %K, 1.02 %Ca, 0.55 %Mg, 0.32 %S, 52.46 ppmB, 9.11 ppmCu, 146.83 ppmFe, 27.04 ppmMn and 26.18 ppmZn.

1 INTRODUÇÃO

A exploração intensa de espécies florestais de valor econômico, como a aroeira, põe em risco futuros programas de reflorestamentos com espécies nativas que visem amenizar o grau de perturbações que atinge as áreas degradadas e de proteção do país, bem como dar continuidade à produção de madeiras de alto valor comercial (Garrido e Poggiani, 1979/80; Fernandez e Jardim, 1982; Nogueira et al., 1982a; Nogueira et al., 1982b; Siqueira e Nogueira, 1992).

O sucesso dos reflorestamentos é dependente, entre outros fatores, da produção de mudas capazes de resistirem às condições adversas do meio. Neste sentido, tem sido amplamente observado que expressivos aumentos no crescimento e qualidade das mudas podem ser alcançados através da fertilização mineral. Isto torna imprescindível a utilização de fertilizantes orgânico ou químico na elaboração de substratos para produção de mudas, uma vez que normalmente provindos de solos e subsolos pobres em nutrientes os mesmos não atendem adequadamente as exigências nutricionais das espécies e contribuem para o insucesso da atividade reflorestadora destinada, principalmente, a solos com problemas de fertilidade (Gomes et al., 1978; Sansigolo et al., 1983; Marques e Yared, 1984 e Costa Filho, 1992).

Todavia, a adubaçã_o de mudas florestais tem se mostrado problemática do ponto de vista do desbalanço entre macro e micronutrientes, sendo frequentemente observado, em viveiros e áreas de reflorestamentos, sintomas de deficiência de zinco (Zn) geralmente associada a elevados níveis de fósforo (P) no solo (Olsen, 1972; Cardoso et al., 1985 e Marques, 1990). Segundo os autores, este fato demonstra a necessidade de cuidados quando do fornecimento destes nutrientes às espécies florestais, no sentido de se evitar relações inadequadas P/Zn, prejudiciais ao desenvolvimento das plantas.

Considerando-se que a faixa de pH 6,5 a 7,0 dos solos de ocorrência natural da aroeira (Costa Filho, 1992), propicia disponibilidades máxima de P e intermediária de Zn (Malavolta, 1979); esta espécie possivelmente se mostra susceptível à deficiência de Zn induzida pelo P quando o nível do micronutriente, no substrato, se apresentar muito baixo em relação ao fósforo. Portanto, parte-se da hipótese de que níveis desbalanceados de P e Zn, no solo, podem afetar a absorção, translocação e concentração destes nutrientes nos tecidos vegetais induzindo desequilíbrio nutricional e consequente redução do crescimento da planta.

Assim, o objetivo deste trabalho é estudar o efeito do fornecimento de P e de Zn na nutrição e crescimento de *Myracrodruon urundeuva* (aroeira-do-sertão), na fase de viveiro; bem como contribuir para o conhecimento da exigência nutricional da espécie e das melhores dosagens dos nutrientes considerados, nas condições do presente "ensaio".

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Descrição da espécie

Conhecida popularmente como aroeira-do-sertão, aroeira-da-serra, aroeira-do-campo, aroeira preta, aroeira vermelha, aroeira legítima, aroeira, aderno, arindeúva, orindeúva, urundeúva, ubatan entre outros; *Myracrodruon urundeuva* é uma espécie florestal pertencente à família Anacardiaceae, a qual compreende uma das maiores da ordem Sapindales (Joly, 1966; Barros, 1970; Rizzini, 1978; Garrido e Poggiani, 1979/1980; Nogueira et al., 1982a; Nogueira et al., 1982b e Moraes et al., 1992).

Quanto ao grupo ecológico, Kageyama, Biella e Palermo Jr. (1990), classificam-na como secundária tardia e ressaltam seu melhor desenvolvimento quando plantada em consórcio com espécies do tipo secundária inicial como *Piptadenia macrocarpa*.

Espécie de grande valor como essência fornecedora de madeira-de-lei, a aroeira, no estágio adulto, é descrita como sendo uma árvore longeva cuja casca castanho-escura apresenta-se em placas escamiformes; as folhas são compostas com folíolos ovados e aromáticos; flores minutas e drupa globosa envolvida pelo cálice ampliado. As sementes, de caráter alado, possuem

superfície rugosa e baça, formato orbicular e coloração marrom tendendo a preto, com a região de inserção, no ramo, amarelo-esverdeado (Garrido e Poggiani, 1979/1980; Drumond, 1982; Souza e Lima, 1982 e Moraes et al., 1992).

Largamente utilizada na construção civil a aroeira presta-se, dado à resistência, dureza e durabilidade de sua madeira, às obras internas: vigamentos, moendas de engenho, etc. e externas: dormentes de primeira classe - durabilidade verificada de 11 anos -, moirões, postes, esteios, estacas, etc., obras hidráulicas e expostas: pontes - lugares úmidos -; bem como, à marcenaria e carpintaria apesar da dificuldade para ser lavrada. A casca, com alto teor em tanino tem utilidade na indústria de cortume, podendo também ser empregada na medicina graças à propriedade adstringente, favorecedora da cicatrização. Os altos teores de celulose e lignina emprestam à planta uma excelente performance para a produção de álcool, coque e carvão. Há, também, referências da utilização de suas folhas na produção de forragem (Barros, 1970; Rizzini, 1971; Melo et al., 1981; Nogueira et al., 1982a; Nogueira et al., 1982b; Paula, 1982; Pereira, 1982; Moraes et al., 1992 e Costa Filho, 1992) e de suas sementes na culinária - pimenta rosa - (Receitas, 1994).

A alta exploração, desta espécie, nas propriedades rurais se deve às características mencionadas da madeira cuja excelente performance mecânica e boa defesa física, química e biológica tornam-na quase imputrecível ao contato com o solo (Barros, 1970; Nogueira et al., 1982a; Nogueira et al., 1982b e Moraes et al., 1992).

Possuindo ampla distribuição geográfica, a espécie

Possuindo ampla distribuição geográfica, a espécie aparece desde as formações mais secas e abertas como a caatinga nordestina, particularmente na zona dos sertões do Piauí, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia, até as mais úmidas e fechadas como o Cerrado, na região Centro-Oeste, e floresta pluvial, na pré-Amazônia brasileira, seguindo descontinuamente, de um lado, até a Argentina e, de outro, até o Paraguai e Bolívia onde se estabelece em terrenos desde a planície até 900 m de altitude (Rizzini, 1971; Garrido, 1975; Garrido e Poggiani, 1979/1980; Nogueira et al., 1982a; Moraes et al., 1992; Salomão, Brandão e Silva, 1992). Apesar disso, encontra-se atualmente ameaçada de extinção nas diversas tipologias do país, em vista da exploração quase totalmente predatória das florestas naturais, cuja madeira vem atender as necessidades da população. Em decorrência disto, seu potencial genético, responsável pelo fornecimento de material necessário aos futuros programas de reflorestamento com espécies nativas, é seriamente comprometido (Garrido e Poggiani, 1979/80; Fernandez e Jardim, 1982; Nogueira et al., 1982a; Nogueira et al., 1982b; Siqueira e Nogueira, 1992).

Nas florestas pluviais tropicais, os indivíduos desta espécie podem alcançar até 30 m de altura e 1,0 m em diâmetro; enquanto que, nas matas ciliares e caatinga chegam a 15 m de altura e 0,15-0,60 m em diâmetro (Garrido e Poggiani, 1979/1980; Drumond, 1982 e Moraes et al., 1992).

Como habitat natural, a aroeira tem preferência por terras de qualidade boa a regular, principalmente em transição de úmidas para secas. Sua maior frequência em solos originados de

rochas basálticas, em áreas de transição de solos do cerrado para os de terra roxa, parece conferir à espécie um ambiente edáfico de alta fertilidade natural, com elevada soma de bases trocáveis e alta disponibilidade de fósforo (Mehlich I) (Nogueira, 1977; Garrido e Poggiani, 1979/1980; Nogueira et al., 1982a; Nogueira et al., 1982b e Costa Filho, 1992).

A associação de seu habitat a áreas parcialmente ocupadas por rochas calcárias, contribui para que a aroeira seja considerada por Heringer e Ferreira (1973), como uma espécie altamente exigente em cálcio e, por isso, segundo Costa Filho (1992), possivelmente também em magnésio.

2.2 Nutrição Mineral de Mudas

A fertilização mineral tem sido sistematicamente utilizada no Brasil, com bons resultados, para espécies dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*. Contudo, seu uso para essências florestais nativas tem sido menos frequente (Costa Filho, 1992).

Sua importância na adubação de mudas, em fase de viveiro, é principalmente permitir: a) o conhecimento das exigências nutricionais específicas das espécies; b) a determinação de formas de aplicação, fórmulas e dosagens dos nutrientes a serem empregados; c) o conhecimento dos efeitos entre macro e micronutrientes; d) a correção das deficiências do solo ou substrato em atendimento às exigências nutricionais das espécies e e) economicidade do processo de produção de mudas

(Simees et al., 1971; Sansigolo et al., 1983; Marques, 1990; Neves, Gomes e Novais, 1990).

Apesar do nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), magnésio (Mg), cálcio (Ca), boro (B), zinco (Zn) e cobre (Cu) serem considerados nutrientes mais importantes na adubação de mudas florestais; têm sido amplamente observado que os aumentos expressivos no crescimento e na qualidade de mudas são conseguidos principalmente quando da fertilização com o P em associação ou não com a calagem (Novais et al., 1979; Sansigolo et al., 1983 e Costa Filho, 1992).

Vários autores têm observado que a aplicação de P em plantas jovens tem surtido muito efeito, uma vez que, em geral, este nutriente é o que mais limita o desenvolvimento das plantas (Marques, 1990; Neves, Gomes e Novais, 1990). Provavelmente, esta limitação se deva ao fato de que baixas concentrações de fosfatos nas regiões de crescimento inibem principalmente o desenvolvimento do sistema radicular das plantas (Pagel et al., 1982 e Sansigolo et al., 1983), o qual, por ser considerado fator preponderante à maior exploração de água e nutrientes em áreas com tais limitações, é responsável pelo maior crescimento da parte aérea das plantas. (Paula e Siqueira, 1987).

Neste sentido, Deichmann (1967) verificou que a aplicação de P no substrato promoveu maior desenvolvimento das raízes nos tratamentos com maiores dosagens do nutriente. Porém, Melo, Lima e Ribeiro (1981) e Costa Filho (1992), consideram que a adubação fosfatada em dosagens muito altas ou muito baixas pode favorecer um desenvolvimento insatisfatório do referido órgão.

Dumbroff e Michel (1967) e Melo, Lima e Ribeiro (1981), consideram que o favorecimento da parte aérea das plantas em função das doses de P, possivelmente se deva à influência deste nutriente na absorção dos demais, bem como pelo aumento nos compostos de P de alta energia favorecerem a absorção ativa estimulando o desenvolvimento de caule e folha.

Segundo os autores, os maiores valores obtidos para a relação raiz/parte aérea nos tratamentos testemunhas e ausentes em P, demonstram o menor crescimento das raízes provavelmente pela necessidade de um mínimo do nutriente no solo. Desta forma, a aplicação de P poderá aumentar a relação se o crescimento radicular for proporcionalmente mais expressivo ou diminuí-la se a parte aérea for favorecida (Smith, 1980).

Sendo esta relação considerada fator explicativo da sobrevivência de mudas no campo, espera-se que em determinadas condições, valores maiores possam indicar possibilidades de estabelecimento mais rápido das mudas quando plantadas em local definitivo (Kramer e Kozlowski, 1960 e Ferreira et al., 1981). Por outro lado, valores menores indicam espécie não adequada para a recuperação de áreas degradadas, em vista, da necessidade de maiores investimento de energia para a produção de raízes retardar a cobertura inicial do solo; porém, sendo desejáveis em áreas onde a estabilização física do solo é prioritária, como naquelas de encosta (Monteiro, 1990 e EMBRAPA, 1992).

Segundo Ferreira et al. (1981), maior peso de matéria seca total das plantas pode indicar maior quantidade armazenada de carboidratos e, conseqüentemente, maior vigor e facilidade de

sobrevivência das mudas em condições de campo, isso considerando uma proporção equivalente entre raiz/caule/folha; haja visto o maior peso de matéria seca de folhas ser indesejável sob certas condições por indicar taxa de transpiração mais elevada.

Efeitos positivos da aplicação de fósforo sobre o crescimento em altura e diâmetro do caule das plantas têm sido observados por Cardoso et al. (1985) em bracatinga; Reis et al. (1977), Onuwaje e Uzu (1980), Viegas (1985), Alves (1987) e Marques (1990) em seringueira (fases de viveiro e campo) e Por Faria (1993) em leguminosas arbóreas (*Acacia mangium* - acácia, *Albizia lebbek* - albízia, *Peltophorum dubium* - angico amarelo e *Leucaena leucocephala* - leucena). Segundo Sturium citado por Carneiro (1976), o diâmetro é considerado como a variável que melhor indica o padrão de qualidade das mudas apresentando estreita correlação com a porcentagem de sobrevivência das mesmas após transplântio.

Aumentos na produção de matéria seca da parte aérea (caule e folhas) de plantas têm sido observados por Zakaria et al. (1979) citados por Marques (1990), Onuwaje e Uzu (1980) e Marques (1990) em seringueira e por Faria (1993) em acácia, albízia, angico amarelo e leucena.

Estudos específicos de nutrição mineral da aroeira também têm demonstrado a importância da adubação fosfatada quando da pretensão do plantio da espécie em áreas menos férteis que as de sua ocorrência natural (Melo, Lima e Ribeiro, 1981 e Costa Filho, 1992).

Estudando o desenvolvimento inicial da espécie em diferentes solos de cerrado Melo, Lima e Ribeiro (1981),

concluíram pela impossibilidade de obtenção de mudas de boa qualidade sem o melhoramento das condições químicas daqueles. Neste estudo, os tratamentos com menor deficiência química permitiram, após 9 semanas da semeadura, a obtenção de plântulas cujas médias variaram de 17.0 a 21.6 cm para o comprimento da raiz principal, 11.1 a 13.6 mg para peso da matéria seca de raiz, 7.6 a 10.3 mg para matéria seca de caule, 18.9 a 24.6 mg para matéria seca de folhas e 5.1 a 5.5 para número de folhas.

Os resultados significativos das características relativas à parte aérea das plantas são explicados pelo maior desvio de energia para aqueles órgãos, enquanto o maior crescimento da raiz principal possivelmente pela busca por este órgão de garantir a absorção dos nutrientes em todos os pontos onde estivessem disponíveis. Respostas da planta ao P, nas partes aérea e subterrânea, no tratamento cujo gradiente dos tipos de solo se fez intermediário quanto à fertilidade, reforçam para a aroeira a necessidade de um nível mínimo de P, no substrato, para que o desenvolvimento das mudas seja conseguido. O menor valor médio da relação raiz/parte aérea verificado no tratamento com maior deficiência química demonstra o desenvolvimento muito pequena das raízes (Melo, Lima e Ribeiro, 1981).

Estudando o desenvolvimento inicial de mudas de aroeira em resposta à calagem, fósforo e potássio Costa Filho (1992) concluiu que o processo de calagem com base no Al^{+3} , Ca^{+2} e Mg^{+2} trocáveis, utilizado em Minas Gerais, não é recomendável para a produção de mudas desta espécie provavelmente por não proporcionar níveis adequados de cálcio e/ou magnésio no solo,

além de promover elevada retenção de fertilizantes fosfatados. Após 110 dias da repicagem, o autor verificou que a altura das plantas foi limitada pelo uso da menor dose de calagem com quaisquer das doses de fósforo e/ou potássio.

A verificação de acentuada resposta da planta à calagem, sobretudo nas doses mais elevadas do corretivo, evidencia ser a aroeira uma espécie bastante exigente em cálcio e/ou magnésio (Costa Filho, 1992). No entanto, respostas ao potássio (K^+) permitiram supor pouca influência do mesmo sobre o crescimento em altura das plantas; porém, a ligeira redução desta na dose máxima do nutriente sugere a existência de algum efeito inibitório, possivelmente decorrente do fato de o maior teor de K no solo deprimir as baixas concentrações de Ca^{2+} e Mg^{2+} , bem como a existência de um equilíbrio $Ca^{2+} + Mg^{2+}/K^+$ capaz de permitir melhor resposta das plantas à aplicação do fósforo.

Apesar da maior resposta das plantas (35 cm de altura) ser proporcionada pelo tratamento constituído das doses mais elevadas de todos os fatores estudados, os efeitos mais acentuados foram observados nos tratamentos com aplicação conjunta de calagem e fósforo. Segundo Costa Filho (1992), este fato pode ter a mesma explicação dada por Novais et al. (1979), os quais consideram que a calagem contribui no aumento do nível de cálcio trocável no solo. Outros fatores como a elevação do pH, os aumentos de Mg, atividade microbiana e eficiência dos fertilizantes, em especial os fosfatados, bem como a neutralização do alumínio citados por Lopes (1992) poderiam também explicar a resposta da planta à calagem.

Os estudos referenciados demonstram a importância da utilização de adubação fosfatada no atendimento às necessidades das espécies, em decorrência da pobreza dos substratos empregados na produção de mudas. A atividade reflorestadora geralmente dirigida a solos de baixa fertilidade também reforça o emprego desta adubação na produção de mudas capazes de resistirem às condições adversas do meio. No entanto, alguns estudos apontam a possibilidade de problemas na obtenção de mudas de boa qualidade, bem como no sucesso de seu estabelecimento no campo em razão, principalmente, do desbalanço entre macro e micronutriente decorrente do emprego indiscriminado da adubação fosfatada (Olsen, 1972; Cardoso et al., 1985 e Marques, 1990). Neste sentido, os autores fazem referência principalmente à observação, em algumas espécies, de sintomas de deficiência de zinco induzidas pelo fósforo verificados em viveiros e áreas de reflorestamento dado às relações antagônicas entre os mesmos; e evidenciam a importância do manejo da adubação que deverá apenas complementar o nível necessário dos nutrientes para a obtenção de mudas de boa qualidade, sendo que o seu excesso também poderá ser prejudicial pela toxicidade e/ou salinidade desenvolvidas no substrato.

2.2 Interação Fósforo (P) x Zinco (Zn)

Segundo Olsen (1972), os primeiros estudos referentes à interação entre o P e o Zn iniciaram-se em 1936. Usualmente sendo designada como uma deficiência de Zn induzida por P, esta

interação é função da elevada disponibilidade do fósforo nos solos, decorrente das adubações, as quais podem induzir deficiência de Zn em plantas, que por sua vez, poderá ser prevenida ou corrigida mediante a fertilização com este nutriente.

Dentre as várias causas consideradas na caracterização do comportamento da interação entre o P e o Zn, Olsen (1972) destaca como possibilidades mais importantes : 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 das células da planta, relacionada ao desequilíbrio entre P e Zn, ou à excessiva concentração de P interferindo na função metabólica do Zn em certos sítios celulares.

A formação de $Zn_3(PO_4)_2$ insolúvel, responsável pela redução da concentração de Zn a níveis baixos na solução do solo, foi a primeira suspeita nos estudos iniciais referentes à causa da interação P-Zn (Olsen, 1972). Contudo, a relevância desta hipótese tem se mostrado insignificante (Marques, 1990).

Brown, Krantz e Eddings (1970), observaram que tanto o P como o Zn extraíveis do solo não foram afetados por suas respectivas aplicações, sendo que seus níveis apresentaram boa correlação com suas respectivas absorções pelas plantas. Warnock (1970), verificou que a disponibilidade de Zn determinada pelo extrator DTPA foi 26% superior no solo onde efetuou-se aplicações de P comparativamente ao solo em que não se efetuou a aplicação deste nutriente. Também, a absorção de Zn foi superior para

plantas de milho cultivadas nos solos adubados com P. Segundo o autor, estas duas observações sugerem que a deficiência de Zn não resulta da precipitação de $Zn_3(PO_4)_2$ no solo, e a consequente insolubilidade ou indisponibilidade deste nutriente às plantas. Esta consideração encontra respaldo no estudo de revisão sobre o Zn em solos e nutrição de plantas realizado por Lindsay (1972), que caracteriza o composto $Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$ como uma excelente fonte de Zn e P para as plantas.

Takkar et al. (1976), também encontraram correlação entre aumentos nos níveis de Zn extraíveis do solo e aumentos nas doses de P aplicadas no mesmo. Estudos referentes aos efeitos do P sobre os fatores capacidade-intensidade de quatro solos da Índia, indicaram que mesmo elevadas doses de P não afetam o fator intensidade para o Zn sugerindo, portanto, mínima a possibilidade da ocorrência da interação P-Zn no solo (Pasricha et al., 1987).

Marques (1990), estudando os efeitos do P e do Zn na nutrição e crescimento de porta-enxertos de seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.), verificou que a aplicação de doses crescentes de P no solo não afeta a disponibilidade de Zn, com isso reforçando a não ocorrência da interação entre os referidos nutrientes a nível de solo.

Takkar et al. (1976) e Sakal & Sinha, citados por Marques (1990), demonstraram que a aplicação de elevadas doses de P no solo pode reduzir a absorção de Zn pelas plantas, bem como que a aplicação de elevadas doses de Zn no solo podem, por sua vez, reduzir a absorção de P pelas plantas.

Neste sentido, tem sido observado que altas doses de P diminuem a concentração de Zn na parte aérea de algumas plantas, porém não acontecendo nas raízes; e, que mesmo pequenas aplicações de Zn podem reduzir a concentração de P nos tecidos vegetais. Tem-se atribuído estes comportamentos às diminuições das translocações de P ou Zn das raízes para a parte aérea das plantas.

Observações efetuadas por Ellis et al., citados por Marques (1990), indicaram que a aplicação de uma pequena quantidade de Zn em folhas de feijoeiro adubado com altas doses de fertilizantes fosfatados, resultava numa drástica redução da concentração de P possivelmente indicando que o fornecimento de elevadas doses de Zn possa, por sua vez, reduzir a concentração de P a ponto de induzir deficiência deste nutriente em plantas. Brown, Krantz e Eddings (1970), também verificaram que a aplicação de P acentuava a deficiência de Zn em plantas de milho doce não fertilizadas com este nutriente, bem como, que aplicações de Zn também exercem acentuada deficiência de P em plantas não fertilizadas com o nutriente fósforo.

Em seringueira, estudos relatam notadamente o efeito do P induzindo deficiência de Zn e/ou reduzindo sua absorção (Marques, 1990). Pereira, Pereira e Silva (1986), encontraram que a adubação fosfatada, nas doses de 600 e 1200 Kg de P_2O_5 /ha, induzia deficiências acentuadas de zinco em seringueira, sendo que, nestas doses, as análises foliares revelaram altos teores de P e baixos de Zn, confirmando o diagnóstico de campo. Viégas (1985), observou que a presença de P, nas folhas de seringueira, reduzia as concentrações de Zn e outros nutrientes, embora não

havendo sintomas de deficiência destes. Zacarias et al. (1979), citados por Marques (1990), observaram redução na absorção de Zn por plântulas de seringueira decorrente da aplicação de superfosfato concentrado e de algumas fontes de rochas fosfatadas ao solo. Estudando o efeito de adubação com N, P, K e Mg, Alves (1987), também observou que um aumento nas doses de P reduzia os teores de Zn nos tecidos foliares de seringueira.

Stukenholtz et al. (1966), citados por Marques (1990), verificaram que em plantas de milho a ação depressiva da aplicação de P sobre a nutrição de Zn é caracterizada pela diminuição da concentração do micronutriente nos nódios da planta - zona de considerável estocagem de Zn, com nutrição normal -, o que não se verificou nas raízes, portanto, levando-os a concluir que esta ação provavelmente tenha natureza fisiológica e ocorra na superfície ou em células radiculares promovendo uma diminuição na translocação de Zn das raízes para a parte aérea, resultante da elevada absorção de P. Porém, este efeito somente é induzido pelo P em condições de baixa disponibilidade de Zn, cessando com pequenas aplicações deste último nutriente.

Sharma et al. (1968), estudando a interação P-Zn em milho e tomateiro constataram diminuição tanto da concentração de P, na parte aérea das plantas, dado à aplicação de Zn, quanto da concentração deste dado a aplicação de P. A não verificação de diminuição das concentrações destes nutrientes nas raízes levou os autores à conclusões semelhantes às de Stukenholtz (1966), citados por Marques (1990).

Marques (1990), verificou a ocorrência da interação P-Zn a nível de raiz, haja visto a constatação da diminuição da acumulação de Zn na parte aérea de plantas de seringueira possivelmente decorrente da menor translocação do referido nutriente em função das elevadas doses de P aplicadas ao solo.

Estudos com soja, admitem que a restrição à translocação possa estar relacionada à formação de $Zn_3(PO_4)_2$ nas raízes, o que contribui para a redução da mobilidade e/ou solubilidade de P e Zn; bem como, que tanto as fontes quanto os níveis destes nutrientes no solo são determinantes dos efeitos da mencionada interação nas plantas (Paulsen e Rotimi, 1968; Dev e Shukla, 1981).

Pereira (1985), estudando os efeitos da 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 Aluvial, a translocação do Zn das raízes para a parte aérea das plantas foi significativamente reduzida com a aplicação de calcário e P. No Gleí Pouco Húmico, houve redução do teor de Zn disponível no solo com a aplicação de P, portanto, sugerindo que a deficiência de Zn induzida pelo P não tem como única causa a inibição da translocação de Zn na planta.

O "efeito de diluição", definido pela taxa de crescimento da planta excedendo a taxa de absorção de um dado nutriente com conseqüente diluição ou decréscimo da concentração do mesmo no tecido vegetal, tem sido apontado, em alguns casos, como fator relevante da interação P-Zn (Olsen, 1972 e Marques, 1990).

Observações referentes à diminuição da concentração de Zn, nos tecidos vegetais, decorrente da resposta em crescimento das plantas à aplicação de P, tem alertado que a absorção de Zn pelas raízes pode também estar sendo diminuída pela redução ou inibição da infecção de raízes por fungos micorrízicos, dado às aplicações de P no solo. No entanto, o "efeito diluição" também pode ocorrer sobre o elemento P. Estudos com plantas de milho e batata associam a redução da concentração de P à resposta em crescimento das plantas, resultante da aplicação de Zn (Christensen e Jackson, 1981; Lambert, Baker e Cole Jr., 1986; Singh, Karamanos e Stewart, 1986 e Marques, 1990).

Para Marques (1990), o P teve efeito positivo sobre a altura, diâmetro, comprimento médio entre lançamentos foliares, matéria seca total, área foliar e teor de clorofila de plantas de seringueira, contudo, doses acima de 300 mgP/dm³ solo foram desfavoráveis àqueles porta-enxertos, haja visto terem provocado "efeito de diluição" nos teores foliares de Zn, K, Mg, B, Fe e Mn.

Christensen e Jackson (1981), consideram que algumas plantas como a batata, comparativamente ao milho, parecem ser mais susceptíveis à toxicidade de P devido à maior absorção, mobilização, translocação e conseqüentemente concentração deste nutriente em seus tecidos quando da aplicação do mesmo ao solo.

Estudos com trevo subterrâneo (*Trifolium subterraneum* L. cv. Seaton Park), demonstraram que esta planta quando deficientes em Zn e fertilizada com doses crescentes de P diminui seu crescimento embora sendo constatado teores elevados de P em

seus tecidos vegetais, os quais, por sua vez, poderão desencadear sintomas de toxicidade de fósforo nas folhas (Reuter et al., 1982, citados por Marques, 1990). Boawn e Legget (1964), observaram que plantas de batata sadias tendiam à uma relação $P/Zn < 400$, enquanto que a mesma relação para as deficientes, geralmente, era > 400 . Por outro lado, a determinação desta relação por Takkar et al. (1976), tanto no solo quanto em plantas de milho obteve valores para P/Zn variando de 4,0 a 7,5 no solo, de 150 a 245 nos grãos, de 90 a 130 nos colmos e de 100 a 150 nas folhas, os quais indicaram moderada deficiência de Zn ou respostas à sua aplicação, evidenciando a existência de relações P-Zn "críticas", ou seja, valores da relação acima ou abaixo dos quais os nutrientes tornam-se desbalanceados, devendo aquela, variar de acordo com o solo e com o tipo de planta. Contudo, alguns estudos demonstram que plantas deficientes em Zn podem apresentar teores desse nutriente semelhante aos verificados em plantas sadias, e que aplicações de pequenas doses do referido nutriente são suficientes para corrigir a deficiência e normalizar o metabolismo, uma vez que favorecem o equilíbrio entre o P e o Zn (Boawn e Legget, 1964; Boawn e Brown, 1968).

Nos casos onde não há diminuição da concentração de Zn nos tecidos vegetais, em função da adubação fosfatada, o surgimento de sintomas revelando crescimento anormal das plantas pode estar principalmente relacionado à toxicidade de P e não à deficiência de Zn, ou ainda, os dois fenômenos podem estar ocorrendo simultaneamente (Loneragan et al., 1979). Estes autores, com base no fato de que aumentos nos níveis de P,

aplicados ao meio de crescimento, podem induzir maior absorção deste nutriente, pelas plantas, atingindo níveis tóxicos nos tecidos vegetais; consideram que a aplicação de Zn poderá reduzir aquela concentração a níveis não tóxicos na parte aérea das plantas. Sugerindo, portanto, que a deficiência de Zn interfere no metabolismo de P aumentando a quantidade absorvida deste, pelas raízes, e transportada à parte aérea.

A temperatura é outro fator, segundo Schwartz et al. (1987) e Mengel e Kirkby (1982) citados por Barros et al. (1990), que pode afetar a disponibilidade de P e Zn para as plantas, com conseqüente reflexos em sua nutrição. Deve-se, ainda, ser considerado o fato de que elevados níveis de P podem induzir tanto a um aumento na concentração de Zn na planta quanto à toxicidade quando um elevado nível deste nutriente apresenta-se disponível no solo (Wallace et al., 1974).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Delineamento Experimental e Tratamentos

O experimento foi instalado segundo o Delineamento em Blocos Casualizados, em esquema fatorial 4 x 3, com 12 tratamentos e 4 repetições. Os fatores constituíram respectivamente: 4 doses de P (0, 150, 300 e 450 mgP/dm³ solo) na forma de superfosfato triplo (ST) e 3 doses de Zn (0, 5 e 10 mgZn/dm³ solo) na forma de sulfato de zinco. O ST foi finamente moído em grau e misturado ao solo até completa homogeneização. O sulfato de zinco foi aplicado via solução.

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 8,0 dm³ de um Latossolo Roxo (LR), coletado no município de Lavras-MG, na camada de 0-20 cm de profundidade, cujas características são apresentadas na Tabela 1.

Foi efetuada calagem (calcário calcinado - 40% CaO e 15% MgO), 25 dias antes do transplante das mudas; sendo a mesma, calculada pelo método da saturação por bases, conforme Quaggio (1983), de maneira a elevar este índice (V) ao valor de 60%.

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

CARACTERÍSTICAS	LR
pH (H ₂ O)	4,4 AcE
P (ppm)	1,0 B
K (ppm)	6,0 B
Zn (ppm)	0,86B
Ca (meq/100cc)	0,2 B
Mg (meq/100cc)	0,1 B
Al (meq/100cc)	0,6 M
H ⁺ + Al (meq/100cc)	6,3 A
S (meq/100cc)	0,3 B
t (meq/100cc)	0,9 B
T (meq/100cc)	6,6 M
m (%)	66,0 MA
V (%)	5,0 MB
C (%)	1,7 M
M.O. (%)	2,9 M
Areia (%)	30,0
Limo (%)	10,0
Argila (%)	60,0
Dp (g/cm ³)	2,81

* Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Ciência do Solo da ESAL. AcE = acidez elevada; A = alto; B = baixo; M = médio; MA = muito alto; MB = muito baixo.

O substrato também recebeu uma adubação de plantio, via solução, aplicada por ocasião do transplante das mudas para os vasos. Os nutrientes N e K foram aplicados, via solução, parceladamente em 4 doses, sendo a primeira quando da adubação de transplante e as demais 25, 60 e 140 dias após a mesma. Foi, ainda, fornecido como nutrientes aqueles constantes na Tabela 2, cujas doses recomendadas concordam com metodologia descrita por Malavolta (1980), para experimentos em casa de vegetação, com exceção das doses de N, K e Mg.

TABELA 2 - Nutrientes fornecidos na adubação básica.

NUTRIENTES	FONTES	mg Nut./dm ³ solo
N	N ₂ CONH ₂	400,0
K	KCl	200,0
Mg	MgSO ₄ .7H ₂ O	36,0
Cu	CuSO ₄ .5H ₂ O	1,5
Mo	MoO ₃	0,1
B	H ₃ BO ₃	0,5

No transplante, cada vaso recebeu 2 plantas, constituindo-se numa parcela.

3.2 Semeadura e transplântio

As mudas de aroeira foram produzidas em badeiras contendo 10 Kg de Latossolo Vermelho-Escuro previamente corrigido e adubado com base na análise química (10,64g de calcário - saturação por bases a 60% -, 30 mgN, 146 mgP, 40 mgS, 100 mgK, 5 mgZn, 1.5 mgCu e 0.5 mgB - nas fontes: $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, KH_2PO_4 , K_2SO_4 , $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ e H_3BO_3). Receberam regas em dias alternados - 50 ml/bandeja - até atingirem tamanho ideal para o transplântio.

As sementes de aroeira, provenientes do município de Patos-PB, apresentaram germinação uniforme após 7 dias da semeadura.

3.3 Condução do Experimento

As plantas de aroeira cresceram em vasos plásticos contendo $8,0 \text{ dm}^3$ solo. Receberam água desmineralizada de modo a manter umidade correspondente a 35% do V.T.P. (volume total de poros), sendo o controle efetuado por pesagens diárias dos vasos.

A colheita das plantas foi efetuada 280 dias após o repicagem das mudas, para melhor entendimento do compartimento das mesmas em função dos tratamentos aplicados. Após lavadas com água desmineralizadas e separadas as partes (raiz, caule e folhas) as mesmas foram acondicionadas em sacos de papel. Em seguida, efetuou-se a secagem em estufa (70°C) com circulação forçada de ar, até peso constante (= 76 Hs). Posteriormente,

procedeu-se a pesagem da matéria seca de raiz e parte aérea (caule e folhas), trituração da parte aérea e determinação dos elementos: N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Mn, Zn e Fe.

As variáveis: altura de plantas e diâmetro do caule a 5 cm do solo foram avaliadas, mensalmente, até a colheita das plantas.

3.4 Análises Químicas de Matéria Seca

As determinações de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Mn, Zn e Fe no caule e folhas foram efetuadas segundo metodologia descrita por Malavolta, Vitti e Oliveira (1989). Os extratos de matéria seca dos tecidos foram obtidos por digestão nitroperclórica, exceto para o nutriente B, cuja extração foi por via seca. P e B foram determinados por colorimetria; Ca, Mg, Cu, Mn, Zn e Fe por espectrofotometria de absorção atômica; K por fotometria de chama e S por turbidimetria. Os teores de N foram determinados pelo método semi-micro Kjeldahl.

3.5 Análises Químicas do Solo

Os teores de P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Mn, Zn e Fe além do pH (água), Al^{+3} e acidez potencial, foram determinados em amostras de solo coletadas após a incubação com os tratamentos, por ocasião do transplante das mudas e, após colheita das plantas. Em ambos os casos, as determinações estiveram de acordo com metodologias descritas por Vetori (1969) com modificações (EMBRAPA, 1979) para pH (água), acidez potencial ($H^+ + Al^{+3}$) -

método SMP -, Ca, Mg e Al (extraídos com KCl N), P, K, Cu, Mn, Zn e Fe (extraídos pelo Mehlich I: HCl 0,05N + H₂SO₄ 0,025 N). O S foi extraído com fosfato de cálcio dihidratado e o B com água quente, segundo metodologia descrita por Raij et al. (1987).

3.6 Análises das variáveis estudadas

Foram efetuadas análises de variância e regressão para as seguintes variáveis: altura de plantas, diâmetro do caule a 5 cm do solo, matéria seca (raiz, caule, folha e total), relação raiz/parte aérea, níveis de P e Zn no solo, teores e quantidades acumuladas de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Mn, Zn e Fe nos tecidos vegetais.

As análises de variâncias, bem como as equações de regressão ajustadas foram efetuadas utilizando-se o programa estatístico SANEST (Instituto Agronômico de Campinas), sem a necessidade de submeter os dados à transformações, haja visto, a homocedasticidade e normalidade dos mesmos, verificadas através do programa SAEG (Universidade Federal de Viçosa).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Níveis Iniciais de Fósforo (P) e Zinco (Zn) no Solo

De acordo com a Tabela 3, verifica-se que as doses de P não afetaram os níveis de Zn, tão pouco as doses de Zn afetaram os níveis de P.

TABELA 3 - Níveis iniciais de fósforo e zinco no solo após aplicação dos tratamentos (média de 4 repetições)

DOSES	FOSFORO				ZINCO		
	000	150	300	450	00	05	10
mg Nutriente/ dm ³ solo							
- Níveis -							
P (ppm)	1,33	26,00	55,00	93,25	43,50	43,75	44,36
Zn (ppm)	6,16	6,14	6,15	6,15	1,00	6,74	10,70

Os baixos níveis observados, em relação às doses de P aplicadas, possivelmente se devem à elevada capacidade de adsorção do solo em estudo conforme verificado por Bahia Filho (1982),

Souza (1985) e Lopes (1992). Assis, citado por Marques (1990), trabalhando com o mesmo solo, em condições semelhantes de pH, elaborou uma curva de adsorção de fosfato, na qual verificou que para se ter 0,2 ppm de P na solução de equilíbrio, o solo adsorveu aproximadamente 450 ugP/g solo (= 450 ppm de P).

Os níveis de zinco no solo, da ordem de 1,0 ppm, verificados nos tratamentos sem Zn, se comparados ao nível apresentado na análise do solo ao natural (0,86 ppm de Zn) são um pouco superiores (Tabela 3). Este fato, ocorre, uma vez que, parte desta elevação (0,14 ppm) se deve à presença de pequenas quantidades do elemento, 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). Um outro fator passível de ter contribuído com parte da referida elevação é a matéria orgânica do solo, que após sofrer mineralização, acelerada pela calagem, pode liberar Zn para a solução.

As Figuras 1A e 2A, demonstram que os níveis de P e Zn foram crescentes em resposta às respectivas aplicações destes nutrientes. Verifica-se, ainda, pelas mesmas figuras, que os níveis de Zn no solo não variaram em decorrência da aplicação das doses crescentes de P; desta forma, indicando a não ocorrência da interação P-Zn a nível de solo, e concordando com a constatação de Pasricha et al. (1987). Porém, sendo também confirmado o efeito da interação sobre a acumulação de Zn nos tecidos vegetais (Figuras 52A e 53A), indicando que a absorção deste nutriente, pelas plantas, foi afetada pelas doses crescentes de P, o que concorda com as observações de Stukenholtz et al. (1966), citados

por Marques (1990), Sharma et al. (1968), Takkar et al. (1976), porém discordam de Marques (1990).

4.2. Características de crescimento

Apesar das doses aplicadas de fósforo e zinco terem apresentado efeito significativo nos parâmetros de crescimento das plantas, a análise de variância efetuada acusou significância para a interação entre o P e o Zn, a qual influenciou o crescimento das plantas em altura (ALT); diâmetro do caule a 5 cm do solo (DIAM); matérias secas de: raiz (MSR), caule (MSC), folha (MSF) e total (MST) e relação raiz/parte aérea (R/PAR) das plantas; conforme apresentado nas Tabelas 4 e 5.

TABELA 4 Efeito da interação entre as doses de P e Zn sobre a altura (ALT) e o diâmetro do caule a 5 cm do solo (DIAM), 10 meses após a repicagem das plantas (média de 4 repetições).

DOSES		mgP/dm ³ solo			
		000	150	300	450
		- - - - - ALT (cm) - - - - -			
mgZn/dm ³ solo	00	21,19	65,94	84,94	87,06
	05	32,24	77,25	89,00	104,38
	10	45,19	62,94	96,50	78,13
		- - - - - DIAM (mm) - - - - -			
mgZn/dm ³ solo	00	1,52	3,03	5,10	7,63
	05	1,82	3,80	5,64	10,74
	10	2,27	4,43	6,43	9,08

Nota-se, que 10 meses após a repicagem das plantas, as doses de P induziram variações na altura e no diâmetro das mesmas independentemente da aplicação do zinco (Tabela 4). O diâmetro aumentou linearmente com o fósforo dentro das três doses aplicadas de zinco, diferindo, portanto, da altura que na dose 10 mg Zn/dm³ solo apresentou comportamento quadrático (Figuras 3A e 4A), sendo 335 mg P/dm³ solo a dose ótima de P estimada como promotora do maior valor para a variável altura.

As doses de Zn (Tabela 4), também induziram efeitos na altura e diâmetro das plantas, independentemente da aplicação do P. A variável ALT cresceu linearmente com o zinco dentro das doses 0 e 300 mg P/dm³ solo e ajustou-se a equações quadráticas nas doses 150 e 450 mg P/dm³ solo, para as quais a dose ótima de Zn estimada foi de 5,0 mg Zn/dm³ solo. Aumento semelhante foi apresentado pelo diâmetro, em resposta ao Zn aplicado, exceto na dose 450 mg P/dm³ solo, onde nota-se que os valores obtidos para a variável ajustaram-se a uma equação quadrática (Figuras 3A e 4A), pela qual obteve-se a dose 6,0 mg Zn/dm³ solo como sendo a ótima necessária para promover o crescimento máximo do diâmetro das plantas.

Verifica-se ainda, que os maiores valores em altura e diâmetro foram alcançados com a combinação 450 mg P/dm³ solo e 5 mg Zn/dm³ solo (Tabela 4). As Figuras 5A, 6A, 7A e 8A também demonstram comportamento semelhante aos 3 e 6 meses após a repicagem das plantas.

As variações induzidas pelas doses de P na matéria seca de raiz, caule e folha, bem como na relação raiz/parte aérea, independeram da aplicação do Zn (Tabela 5). A matéria seca de

raiz, semelhantemente ao DIAM, aumentou linearmente com o fósforo dentro das três doses de Zn aplicadas (Figura 9A), o mesmo acontecendo com a matéria seca de caule, folha e total dentro das doses 0 e 5 mg Zn/dm³, as quais também foram semelhantes no comportamento quadrático dentro da dose 10 mg Zn/dm³ solo (Figuras 10A, 11A e 12A), cujas doses ótimas de P estimadas foram 304, 288 e 341 mg P/dm³ solo respectivamente para a maior produção das mesmas. A relação raiz/parte aérea apresentou comportamento quadrático influenciado pelo P aplicado dentro das três doses de zinco (Figura 13A), sendo que as doses ótimas de P estimadas foram de 316, 331 e 293 mg P/dm³ solo para as doses 0, 5 e 10 mg Zn/dm³ solo respectivamente.

O crescimento linear, em resposta ao incremento das doses de zinco aplicadas, somente foi observado para a matéria seca de raiz e de caule dentro da dose 300 mg P/dm³ solo, enquanto que dentro das demais doses de P, a resposta da planta ao Zn, teve ajuste de regressão quadrático para ambas as variáveis (Figuras 9A e 10A), sendo que as doses ótimas de Zn estimadas, capazes de promover o maior crescimento destas, foram de 6, 5 e 4 mg Zn/dm³ solo (MSR) e 7, 8 e 5 mg Zn/dm³ solo (MSC) nas respectivas dosagens de P: 0, 300 e 450 mg P/dm³ solo. Para a matéria seca total, o crescimento linear, em função do incremento das doses de Zn, somente expressou-se na dose 150 mg P/dm³ solo, sendo que o ajuste quadrático apresentado nas doses 0, 300 e 450 mg P/dm³ solo (Figura 12A) permitiu estimar como doses ótimas de Zn, capazes de promover o maior crescimento da planta no parâmetro considerado, 6, 3 e 4 mg Zn/dm³ solo respectivamente.

TABELA 5 - Efeito da interação entre as doses de P e Zn sobre a matéria seca de raiz (MSR), caule (MSC), folha (MSF) e total (MST) e relação raiz/parte aérea (R/PAR) das plantas (média de 4 repetições).

DOSES		mg P/dm ³ solo			
		000	150	300	450
		----- MSR (g/vaso) -----			
mgZn/dm ³ solo	00	4,78	16,41	18,32	28,58
	05	8,87	18,65	18,83	31,46
	10	6,19	17,00	20,22	25,47
		----- MSC (g/vaso) -----			
mgZn/dm ³ solo	00	0,53	7,21	12,07	15,91
	05	0,95	9,31	13,72	26,97
	10	0,85	9,43	16,94	11,04
		----- MSF (g/vaso) -----			
mgZn/dm ³ solo	00	0,31	9,25	12,33	14,32
	05	0,95	7,75	9,94	18,98
	10	0,70	9,93	12,17	8,81
		----- MST (g/vaso) -----			
mgZn/dm ³ solo	00	5,62	31,78	42,88	58,80
	05	10,77	35,70	42,49	77,41
	10	7,74	36,35	49,32	45,32
		----- R/PAR -----			
mgZn/dm ³ solo	00	5,72	1,07	0,75	0,95
	05	4,68	1,10	0,80	0,68
	10	4,02	0,88	0,69	1,29

As doses de Zn não tiveram efeito, pela análise de regressão, na variável relação raiz/parte aérea dentro das doses 150 e 300 mg

P/dm³ solo, porém, verifica-se decréscimo linear da mesma, em função do incremento das doses de Zn, na ausência da aplicação de P e comportamento quadrático dentro da dose 450 mg P/dm³ solo (Tabela 5), tendo sido obtido como dose ótima de Zn, capaz de promover o máximo valor para a variável, 4 mg Zn/dm³ solo (Figura 13A).

Os maiores valores em matéria seca de raiz, caule, folha e total também foram observados na combinação 450 mgP/dm³ solo e 5 mgZn/dm³ solo, a qual proporcionou menor valor para a relação raiz/parte aérea (Tabela 5).

Os resultados positivos da aplicação do fósforo sobre o crescimento em altura e diâmetro das plantas concordam com Reis et al. (1977), Onuwaje e Uzu (1980), Viégas (1985), Alves (1987) e Marques (1990) em seringueira; Cardoso et al. (1985) em bracatinga; Melo, Lima e Ribeiro (1981) e Costa Filho (1992) em aroeira, os quais também observaram efeitos positivos da adubação com micronutriente, incluindo o Zn, na altura de plantas de aroeira, em fase de viveiro.

Aumentos na produção de matéria seca devido às doses de fósforo têm sido observados por Zacaria et al. (1979) citado por Marques (1990), Onuwaje e Uzu (1980) e Marques (1990) em seringueira; Melo, Lima e Ribeiro (1981) e Costa Filho (1992) em aroeira; Faria (1993) em acácia, albízia, angico amarelo e leucena.

O comportamento das variáveis consideradas, decorrente da interação P x Zn é apresentado nas Figuras 3A a 13A.

4.3 Teor e quantidade acumulada de Nutrientes nas plantas

Apesar do efeito significativo do P e do Zn sobre os teores e quantidades acumuladas de nutrientes nas plantas, a significância da interação entre os mesmos, também acusada nas análises de variâncias efetuadas, torna os efeitos isolados dos referidos nutrientes menos importante que suas atuações simultâneas. Desta forma, este efeito interativo será discutido para cada um dos nutrientes determinados, nas variáveis teor e quantidade acumulada de nutrientes no caule e folha das plantas.

4.3.1 Nitrogênio (N)

A Tabela 6, apresenta o efeito da interação entre o P e o Zn sobre os teores e quantidades acumuladas de nitrogênio na planta. Nota-se que as variações induzidas pelas doses de P aplicadas ocorreram na ausência ou presença da aplicação do zinco. Os teores de N apresentaram comportamento quadrático, no caule e na folha, dentro das três doses de zinco (Figuras 14A e 15A), sendo que as doses ótimas de P estimadas, capazes de promover o máximo teor de N, foram 219, 137 e 264 mgP/dm³ solo para o caule e de 315, 266 e 269 mgP/dm³ solo para a folha dentro das doses 0, 5 e 10 mgZn/dm³ solo respectivamente, a partir das quais houve decréscimos com o incremento das doses. Estes resultados discorda daqueles encontrados por Alves (1987), Pushpadas et al. (1983) e Marques (1990), para a seringueira e, demonstra a diferença na exigência nutricional entre espécies.

Provavelmente, este decréscimo de N esteja relacionado com um "efeito de diluição" do nutriente, decorrente do crescimento da planta em resposta ao P, o qual foi máximo para dose de fósforo estimada em torno de 300 mgP/dm^3 solo; efeito este, cuja ocorrência pode ser reforçada pela verificação da crescente quantidade acumulada de nitrogênio, em função das doses de fósforo e, que concorda com aqueles encontrado por Lopes (1988) para plantas de seringueira. As quantidades acumuladas de N cresceram linearmente com o P dentro da dose 05 mgZn/dm^3 solo, para o caule e a folha, e também na ausência do Zn para a folha (Figuras 16A e 17A). O comportamento quadrático para estas variáveis é verificado, dentro das doses 0 e 10 mgZn/dm^3 solo para o caule, e, somente, dentro da última dose para a folha (Tabela 6). Pelas equações de regressão, obteve-se como doses ótimas de P, promovedoras do maior acúmulo de N no caule, 273 e 300 mgP/dm^3 solo respectivamente para as doses de Zn consideradas, enquanto que na folha esta dose foi de 283 mgP/dm^3 solo. Via de regra, este aumento observado, em função do P, nas menores doses de Zn, acompanhou o aumento verificado na acumulação no caule e na folha (Figuras 16A e 17A).

As variações nos teores e quantidades acumuladas de N no caule e na folha, em função das doses de Zn, ajustaram-se a equações lineares; sendo que, somente, o teor de N na folha cresceu positivamente com as doses aplicadas de Zn, na ausência e na dose 300 mgP/dm^3 solo (Tabela 6). Os teores no caule, na ausência do P, bem como na folha, dentro da dose 450 mgP/dm^3 solo, decresceu linearmente com o incremento das doses de Zn aplicadas (Figuras 14A e 15A). O comportamento quadrático destas

TABELA 6 - Efeito da interação entre as doses de P e Zn sobre os teores e quantidades acumuladas de N na planta (média de 4 repetições).

DOSES		mgP/dm ³ solo			
		000	150	300	450
----- Ncaule (%) -----					
mgZn/dm ³ solo	00	1,45	3,27	3,27	1,17
	05	1,25	1,18	1,28	1,41
	10	1,14	1,18	1,24	1,17
----- Nfolha (%) -----					
mgZn/dm ³ solo	00	2,76	3,53	3,38	3,48
	05	2,86	3,77	3,53	3,41
	10	3,06	3,49	3,79	3,37
----- Ncaule (mg/vaso) -----					
mg Zn/dm ³ solo	00	7,71	236,37	394,76	187,33
	05	11,85	110,54	176,66	380,28
	10	9,68	111,48	211,25	129,17
----- Nfolha (mg/vaso) -----					
mg Zn/dm ³ solo	00	8,42	288,15	421,90	498,52
	05	27,19	292,61	350,87	648,16
	10	21,26	346,37	461,97	296,86

variáveis, influenciado pelas doses de Zn, expressou-se, para o teor no caule, dentro das doses 150, 300 e 450 mgP/dm³ solo, para as quais foram obtidas doses ótimas de 8 (para as duas primeiras) e 5 mgZn/dm³ solo respectivamente; e, para o teor na folha, somente dentro da dose 150 mgP/dm³ solo, sendo a dose ótima de Zn estimada em torno de 5 mgZn/dm³ solo. A quantidade de N acumulada no caule variou quadraticamente, em função do incremento das doses de Zn, dentro de todas as doses de P aplicadas, obtendo-se

para 0, 150, 300 e 450 mgP/dm³ solo as doses ótimas de 6, 7, 7 e 5 mgZn/dm³ solo. Na folha, a acumulação do N, pode ser verificado, em função do Zn, dentro das doses 0, 300 e 450 mgP/dm³ solo, para as quais obteve-se como dose ótima 6, 4 e 4 mgZn/dm³ solo.

Para a acácia, albizia e angico amarelo, Faria (1993), verificou diminuição dos teores de N, igualmente os apresentados para os teores no caule e folha da aroeira, dentro das doses 0 e 5 e 5 e 10 mg Zn/dm³ solo respectivamente, que podem ser explicados, segundo Jarrel e Beverly (1981), pelo "efeito de diluição" resultante da lenta absorção do elemento comparado ao rápido crescimento da planta que, no entanto, pode apresentar maior acúmulo do nutriente, expresso pelo produto de sua concentração pela matéria seca produzida.

A acumulação de N na planta seguiu a ordem: Nfolha > Ncaule. Este comportamento é apresentado nas Figuras 14A a 17A.

4.3.2 Fósforo (P)

A interação entre o P e o Zn influenciou teores e quantidades acumuladas de fósforo na planta. Verifica-se (Tabela 7) que a concentração de fósforo, no caule e na folha, apresentou comportamento quadrático, ajustado pela análise de regressão, em função das doses de P, na ausência ou presença do Zn (Figuras 18A e 19A). No caule as concentrações máximas de fósforo, estimadas pela regressão, seriam observadas quando da aplicação de dose de 271, 117 e 372 mgP/dm³ solo dentro das respectivas doses de Zn:

0, 5 e 10 mgZn/dm³ solo. Na folha, as doses ótimas de P seriam 369, 101 e 417 mgP/dm³ solo para as respectivas doses consideradas de Zn. A quantidade acumulada de fósforo, na planta, cresceu linearmente, em função do P aplicado, para o caule dentro da dose 10 mgZn/dm³ solo e para a folha na ausência da aplicação do Zn (Figuras 20A e 21A); porém, verifica-se, que o conteúdo de fósforo no caule ajustou-se a equações quadráticas dentro das doses 0 e 5 mgZn/dm³ solo (Tabela 7), sendo que as doses ótimas de P estimadas, pela regressão, foram 380 e 428 mgP/dm³ solo. Na folha, o conteúdo de fósforo teve ajuste quadrático dentro das doses 05 e 10 mgZn/dm³ solo, sendo estimado 428 e 376 mgP/dm³ solo como doses ótimas, capazes de promoverem a máxima acumulação do fósforo nos referidos órgãos.

As doses de zinco, também, tiveram efeito, devido a interação, sobre a concentração e conteúdo de fósforo na planta (Tabela 7). Nota-se, que este efeito, só se verificou na presença do fósforo para o teor no caule e para a quantidade acumulada na folha (Figuras 18A e 21A). Dentro da dose 150 mgP/dm³ solo, a concentração de fósforo diminuiu linearmente com o incremento das doses de Zn; no entanto, dentro da dose 300 mgP/dm³ solo, a concentração de fósforo, na folha, cresceu linearmente com o incremento das doses de Zn. O efeito quadrático, influenciado pelas doses de Zn, para a concentração de fósforo no caule (Figura 18A) foi observado, dentro das doses 0, 300 e 450 mgP/dm³ solo, sendo para as mesmas, estimadas como doses ótimas 5, 4 e 3 mgZn/dm³ solo. Este mesmo efeito foi observado para o teor de fósforo na folha, dentro das doses 150 e 450 mgP/dm³ solo (Figura 19A), cujas doses ótimas de Zn estimadas foram de 4 e 5 mgZn/dm³

TABELA 7: Efeito da interação entre as doses de P e Zn sobre os teores e quantidades de P na planta (média de 4 repetições).

DOSES		mgP/dm ³ solo			
		000	150	300	450
----- Pcaule (%) -----					
mgZn/dm ³ solo	00	0,30	0,19	0,18	0,13
	05	0,04	0,15	0,12	1,13
	10	0,03	0,08	0,23	0,17
----- Pfolha (%) -----					
mgZn/dm ³ solo	00	0,08	0,21	0,25	0,26
	05	0,09	0,33	0,26	1,56
	10	0,09	0,15	0,30	0,26
----- Pcaule (mg/vaso) -----					
mgZn/dm ³ solo	00	0,15	13,70	22,65	21,88
	05	0,42	14,65	17,40	305,43
	10	0,27	8,24	29,20	25,66
----- Pfolha (mg/vaso) -----					
mgZn/dm ³ solo	00	0,26	17,54	31,20	37,57
	05	0,87	25,74	26,58	296,53
	10	0,64	14,87	31,63	26,85

solo respectivamente. O conteúdo de fósforo no caule e na folha (Figuras 20A e 21A), em função do incremento do Zn, apresentou comportamento quadrático dentro das doses 150, 300 e 450 mgP/dm³ solo, para ambas as variáveis, sendo estimadas respectivamente como doses ótimas 3, 4 e 5 mgZn/dm³ solo para o caule e 5 mg Zn/dm³ solo para a folha nas respectivas doses de P.

Efeitos positivos da aplicação do P, no solo, sobre os teores foliares de fósforo, nas plantas, foram observados por

Viégas (1985), Alves (1987), Berniz (1987), Lopes (1988) e Marques (1990) em seringueira e por Faria (1993) em leguminosas arbóreas (acácia, albízia, angico amarelo e leucena). Lopes (1988), também verificou aumento na absorção total do nutriente em seringueira quando do incremento das doses de P_2O_5 .

A acumulação de fósforo na planta seguiu a ordem Pfolha > Pcaule; conforme demonstrado nas Figuras 18A a 21A.

4.3.3 Potássio (K)

A interação entre o P e o Zn, indica variações nos teores e quantidades acumuladas de K na planta, em função das doses de P aplicadas, na presença ou não da aplicação do zinco (Tabela 8). No caule, a concentração de potássio teve comportamento quadrático, em função das doses de P, dentro das três doses de Zn aplicadas, sendo que na dose 0 $mgZn/dm^3$ solo o teor de K cresceu até a dose de 266 mgP/dm^3 solo, enquanto que dentro das doses 05 e 10 $mgZn/dm^3$ solo este crescimento se deu respectivamente até 379 e 308 mgP/dm^3 solo (Figura 22A). Na folha, verifica-se, crescimento linear do K com o P, somente, dentro da dose 10 $mgZn/dm^3$ solo e quadrático, dentro das doses 0 e 05 $mgZn/dm^3$ solo (Figura 23A), para as quais foram obtidas, pelas equações de regressão, doses ótimas de 303 e 281 mgP/dm^3 solo. Sendo a aroeira, uma espécie considerada como exigente em cálcio, por Heringer e Ferreira (1973) e Costa Filho (1992), era de se esperar diminuições mais acentuadas no teor e quantidade acumulada de K nas folhas, relacionada com o aumento do teor e

quantidade acumula de Ca^{+2} no referido órgão, nas maiores doses de P, caracterizando a competição entre esses dois nutrientes; o que não foi verificado, exceto para o teor de K, no caule, em função das doses de Zn, dentro das doses 150 e 450 mg P/dm^3 solo.

TABELA 8 - Efeito da interação entre as doses de P e Zn sobre os teores e quantidades acumuladas de K na planta (média de 4 repetições)

DOSES		mgP/dm^3 solo			
		000	150	300	450
----- Kcaule (%) -----					
mgZn/dm^3 solo	00	0,85	1,90	2,10	1,52
	05	0,47	1,24	1,13	1,38
	10	0,65	1,15	1,14	1,13
----- Kfolha (%) -----					
mgZn/dm^3 solo	00	1,07	1,56	2,04	1,66
	05	1,42	1,78	2,23	1,78
	10	1,51	1,77	1,88	2,02
----- Kcaule (mg/vaso) -----					
mgZn/dm^3 solo	00	4,50	137,05	253,82	242,63
	05	4,48	115,67	155,41	374,20
	10	5,53	108,88	194,32	125,02
----- Kfolha (mg/vaso) -----					
mgZn/dm^3 solo	00	3,26	127,45	254,97	238,31
	05	13,51	138,40	222,16	338,27
	10	10,52	176,25	228,65	177,92

O conteúdo de K, na folha e no caule, cresceu linearmente com o P, em ambas as variáveis, na ausência e na presença de 05 mgZn/dm^3 solo (Figuras 24A e 25A), reforçando o "efeito de diluição" verificado para o nutriente, principalmente,

na dose 450 mgP/dm^3 solo; uma vez que, a diminuição do teor de K nas variáveis consideradas pode ser entendida segundo Jarrel e Beverly (1981) e Marschner (1991), como resultado do não acompanhamento do teor, do mesmo, em sua quantidade acumulada na matéria seca. Esta "diluição" do K pode ser reforçada, nas doses máximas de P e Zn, pelo valor obtido para o teor na folha comparado à menor produção de matéria seca de folha (Figura 11A). O comportamento quadrático da quantidade acumulada de K, no caule e folha, em função do P, em ambas as variáveis dentro da dose 10 mgZn/dm^3 solo, permitiu estimar 302 mgP/dm^3 solo como sendo dose ótima, capaz de promover a maior acumulação do K nos referidos órgãos.

As doses de Zn também induziram efeitos nas concentração e conteúdo de K na planta (Tabela 8), sendo que para o conteúdo, o efeito somente foi verificado na presença do P (Figuras 24A e 25A). Nota-se, que o teor de K cresceu linearmente com o Zn, dentro da dose 150 mgP/dm^3 solo, enquanto que a linearidade foi inversa na dose 450 mgP/dm^3 solo (Figuras 22A e 23 A). Este decréscimo do teor de K no caule (Figura 22A) foi acompanhado do aumento de sua quantidade acumulada na folha, dentro da dose 150 mg/dm^3 solo (Figura 25A), indicando um provável "efeito de diluição" do nutriente ou sua menor translocação. Nas doses 0 e 300 mgP/dm^3 solo, o teor de K no caule, em função do Zn, ajustou a equações quadráticas que permitiram estimar 6 e 7 mgZn/dm^3 solo como doses ótimas ao maior incremento do teor do nutriente no órgão. Na folha, a concentração de K cresceu linearmente com o Zn, na ausência e na dose 450 mgP/dm^3 solo, ajustando-se a equações quadráticas dentro

das doses 150 e 300 mgP/dm³ solo (Figura 23A), as quais permitiram estimar 7 e 4 mgZn/dm³ solo como doses ótimas, promovedoras do maior teor no órgão. No caule, a quantidade acumulada de K, decresceu linearmente com o Zn, dentro da dose 150 mgP/dm³ solo e apresentou comportamento quadrático dentro das doses 300 e 450 mgP/dm³ solo (Figura 24A), sendo estimado 6 e 4 mgZn/dm³ solo como doses ótimas. Na folha, o acúmulo de K também apresentou efeito quadrático (Figura 25A), em função do Zn, dentro das doses 300 e 450 mgP/dm³ solo respectivamente.

Efeitos positivos da aplicação de P, sobre os teores de K na planta, foram observados por Faria (1993), em leucena; enquanto Marques (1990), verificou efeitos negativos em plantas de seringueira. A ausência de influência de P foi verificada por Faria (1993) em albizia e angico amarelo.

A acumulação de potássio, semelhantemente ao N e ao P, seguiu a ordem: Kfolha > Kcaule. As Figuras 22A a 25A demonstram tal comportamento em relação à interação entre o P e o Zn.

4.3.4 Cálcio (Ca)

Verifica-se, que as doses de P induziram variações, no teor e quantidade de cálcio na planta, independente da aplicação das doses de Zn (Tabela 9); sendo que houve crescimento linear do cálcio com o P dentro das doses 0 e 10 mgZn/dm³ solo para as concentrações no caule e na folha respectivamente (Figuras 26A e 27A), o mesmo sendo verificado para os conteúdos, dentro das doses 0 e 5 mgZn/dm³ solo, tanto do caule como da folha (Figuras

28A e 29A).

TABELA 9 - Efeito da interação entre as doses de P e Zn sobre os teores e quantidades acumuladas de cálcio na planta (média de 4 repetições).

DOSES		mgP/dm ³ solo			
		000	150	300	450
----- Cacaule (%) -----					
mgZn/dm ³ solo	00	0,71	0,82	0,86	0,89
	05	0,73	0,82	0,84	0,81
	10	0,78	0,81	0,83	0,82
----- Cafolha (%) -----					
mgZn/dm ³ solo	00	0,61	0,96	1,01	1,00
	05	0,63	0,79	1,16	1,02
	10	0,94	0,96	1,12	1,21
----- Cacaule (mg/vaso) -----					
mgZn/dm ³ solo	00	3,78	59,67	103,83	142,78
	05	6,90	76,34	115,95	229,92
	10	6,63	76,59	140,99	90,52
----- Cafolha (mg/vaso) -----					
mgZn/dm ³ solo	00	1,88	78,70	125,96	143,14
	05	6,01	61,55	115,79	193,59
	10	6,55	96,02	136,24	106,80

O incremento da quantidade acumulada de Ca, pode ser explicado, em parte, pela aplicação, no solo, de certa quantidade do nutriente (0,4; 9 e 1,3 meq Ca⁺²/100 cc solo para as doses crescentes de P) fornecida pelo superfosfato triplo, além daquela proporcionada pela calagem. Estes resultados concordam com aqueles verificados por Faria (1993) para a leucena e, por Pushpadas et al. (1973), Berniz (1987) e Marques (1990) para a

seringueira, os quais utilizaram como fontes de P o fosfato de rocha e o superfosfato triplo.

O efeito quadrático das variações, em função do P, permitiu estimar 860 e 140 mgP/dm³ solo, dentro das doses 5 e 10 mgZn/dm³ solo, como doses ótimas para a máxima acumulação do nutriente e 509 e 287 mgP/dm³ solo, também como ótimas, dentro das doses 0 e 5 mgZn/dm³ solo, para o máximo teor de Ca na folha. Dentro da dose 10 mgZn/dm³ solo, as doses estimadas de 214 e 317 mgP/dm³ solo poderiam beneficiar os máximos conteúdos de Ca no caule e folha respectivamente.

Parte dos decréscimos nos teores de cálcio verificados nos órgãos da planta, pode ser explicado pelo "efeito de diluição", ou ainda, podendo também estar relacionado com a maior concentração de potássio, observada nas doses mais elevadas de P e Zn. Fato já exhaustivamente estudado e comprovado, a competição entre potássio e cálcio por sítios de absorção, geralmente, induz absorção de K superior à Ca, a qual não pareceu ser "prejudicada" com as doses crescentes de P, que poderiam aumentar o fornecimento de cálcio, pelo superfosfato triplo, induzindo as plantas a uma maior absorção do nutriente. Segundo Costa Filho (1990), o maior teor de K no solo pode, em parte, inibir o crescimento da aroeira quando as concentrações de Ca⁺² e Mg⁺² são muito baixas, isto sugere a existência de um equilíbrio $Ca^{+2} + Mg^{+2}/K^{+}$ capaz de permitir melhor resposta das plantas à aplicação do fósforo.

As doses de Zn aplicadas, influenciaram o crescimento linear do cálcio, tanto na ausência do P, para a concentração e conteúdo no caule e na folha, como dentro das doses 450 e 300

mgP/dm³ solo para as respectivas variáveis (Figuras 26A e 29A). O ajuste quadrático dos dados, verificado dentro das doses 450 mgP/dm³ solo, para o caule, e 0, 150 e 300 mgP/dm³ solo, para a folha, permitiu estimar 7 mgZn/dm³ solo, 2, 5 e 6 mgZn/dm³ solo como doses ótimas para os respectivos órgãos da planta. A variação quadrática dos dados para o conteúdo no caule (Figura 28A), dentro das doses 150 e 450 mgP/dm³ solo, permitiu o cálculo de 8 e 4 mgZn/dm³ solo como doses ótimas para a máxima acumulação de cálcio no referido órgão. O conteúdo na folha poderia ser máximo, dentro das doses 150, 300 e 450 mgP/dm³ solo, com a aplicação de dose de 4 mgZn/dm³. As doses de zinco não influenciaram os teores de Ca, no caule, dentro das doses 150 e 300 mgP/dm³ solo (Figura 26A).

A acumulação total do cálcio também se expressou na forma: Ca folha > Ccaule, conforme pode ser observado nas Figuras 26A a 29A.

4.3.5 Magnésio (Mg)

A interação entre o P e o Zn, acusada na análise de variância, sobre os teores e quantidades acumuladas de magnésio nas plantas, tem os valores apresentados na Tabela 10. Nota-se, que as doses de P induziram variações, nas concentração e conteúdo do Mg na planta, independentemente da aplicação do zinco; sendo que, o teor no caule e na folha, bem como a quantidade acumulada no caule cresceram linearmente com o fósforo, nas três doses aplicadas de zinco (Figuras 20A, 31A e

32A), o mesmo acontecendo para a quantidade acumulada na folha, dentro das doses 0 e 5 mgZn/dm³ solo; a qual, somente, apresentou comportamento quadrático, dentro da dose 10 mg Zn/dm³ solo (Figura 33A), sendo estimado 295 mgP/dm³ solo como a dose ótima, capaz de promover o maior acúmulo do magnésio no referido órgão.

TABELA 10 - Efeito da interação entre as doses de P e Zn sobre os teores e quantidades acumuladas de magnésio na planta (média de 4 repetições).

DOSES		mgP/dm ³ solo			
		000	150	300	450
----- Mgcaule (%) -----					
mgZn/dm ³ solo	00	0,14	0,25	0,27	0,32
	05	0,11	0,13	0,14	0,18
	10	0,10	0,12	0,13	0,20
----- Mgfolha (%) -----					
mgZn/dm ³ solo	00	0,35	0,39	0,41	0,42
	05	0,29	0,32	0,36	0,54
	10	0,32	0,36	0,37	0,39
----- Mgcaule (mg/vaso) -----					
mgZn/dm ³ solo	00	0,75	18,38	32,60	50,89
	05	1,08	12,10	20,23	50,56
	10	0,86	11,31	22,44	22,63
----- Mgfolha (mg/vaso) -----					
mgZn/dm ³ solo	00	1,08	32,42	51,17	60,47
	05	2,80	25,16	36,03	103,44
	10	2,22	35,97	45,92	34,34

Estes aumentos verificados para o Mg descartam a

possibilidade de competição, no solo, entre os íons Mg^{+2} e Ca^{+2} , por sítios de absorção, provavelmente devido às quantidades de cálcio acrescidas pelo superfosfato triplo não terem sido suficientes para desbalancear as relações Ca^{+2}/Mg^{+2} , ou mesmo devido a adubação efetuada para o magnésio aliada à quantidade do nutriente, fornecida pela calagem, terem equilibrado esta relação. Também não se observou relação de linearidade inversa entre os teores de K e Mg, desta forma, não sendo confirmado "efeito de diluição" do nutriente, mesmo porque aos aumentos de seus teores corresponderam os aumentos em suas quantidades na planta, em resposta às doses de P, na presença de doses de Zn.

Estes resultados concordam com aqueles encontrados por Faria (1993), para o angico e acácia, porém são discordantes daqueles encontrados por Marques (1990), que verificou diminuição nos teores de Mg, em função do incremento de doses de P, para a seringueira. Estudando o efeito do P e do Zn na nutrição e crescimento da seringueira, Marques (1990), também não verificou efeito da interação entre o P e o Zn sobre o teor e quantidade acumulada de magnésio nas plantas.

As variações dos dados, em resposta às doses de Zn, traduziram-se em diminuições para a concentração no caule, dentro das doses 0, 150 e 300 mgP/dm^3 solo, e conteúdo no mesmo órgão, dentro da dose 150 mgP/dm^3 solo, tendo, portanto, ajustado a equações lineares decrescentes (Figuras 30A e 32A). O comportamento quadrático das variáveis, permitiu estimar 7 $mgZn/dm^3$ solo, dentro da dose 450 mgP/dm^3 solo, para o teor no caule; 7 $mgZn/dm^3$ solo, dentro das doses 0, 150 e 300 mgP/dm^3

solo e 5 mgZn/dm^3 solo, dentro da dose 450 mgP/dm^3 solo para o teor na folha; 7 e 2 mgZn/dm^3 solo, dentro das doses 300 e 450 mgP/dm^3 solo respectivamente para a quantidade acumulada no caule; e, 5, 6 e 4 mgZn/dm^3 solo, dentro das doses 150, 300 e 450 mgP/dm^3 solo para a quantidade na folha. Na ausência do fósforo, não houve efeito, pela regressão, das doses de zinco sobre as quantidades acumuladas de Mg no caule e na folha (Figuras 32A e 33A).

A quantidade acumulada de magnésio, na planta, seguiu a ordem: Mg folha > Mg caule, conforme pode ser observado nas Figuras 30A a 33A.

4.3.6 Enxofre (S)

Os valores observados para os teores e quantidades acumuladas de S no caule e folha em função da interação entre o P e o Zn encontram-se na Tabela 11. A concentração de enxofre, no caule, cresceu linearmente com o fósforo, na ausência da aplicação de Zn; efeito semelhante pode ser observado para os conteúdos no caule, dentro das doses 0 e 10 mgZn/dm^3 solo, e na folha, dentro das doses 0 e 10 mgZn/dm^3 solo (Figuras 34A, 36A e 37A). A concentração máxima do S no caule e folha das plantas, estimada pela regressão, seria observada quando da aplicação de 400 e 223 mgP/dm^3 solo nas respectivas doses de Zn: 05 e 10 mgZn/dm^3 (caule) e 294, 255 e 373 mgP/dm^3 (folha). A máxima quantidade do nutriente considerado, ocorreria no caule, dentro da dose 5 mgZn/dm^3 solo, com 203 mgP/dm^3 solo; e na folha, dentro da dose 10 mg Zn/dm^3 solo, com 556 mgP/dm^3 solo.

TABELA 11 - Efeito da interação entre as doses de P e Zn sobre os teores e quantidades acumuladas de enxofre na planta (média de 4 repetições).

DOSES		mgP/dm ³ solo			
		000	150	300	450
----- Scaule (%) -----					
mgZn/dm ³ solo	00	0,10	0,12	0,27	0,32
	05	0,15	0,10	0,14	0,17
	10	0,11	0,12	0,14	0,08
----- Sfolha (%) -----					
mgZn/dm ³ solo	00	0,20	0,30	0,37	0,31
	05	0,27	0,35	0,36	0,31
	10	0,27	0,31	0,40	0,36
----- Scaule (mg/vaso) -----					
mgZn/dm ³ solo	00	0,93	11,95	36,67	35,24
	05	0,83	9,95	8,60	47,88
	10	1,25	9,88	9,86	17,40
----- Sfolha (mg/vaso) -----					
mgZn/dm ³ solo	00	1,50	25,39	46,13	44,39
	05	0,85	26,76	23,44	58,94
	10	1,62	30,48	45,66	32,28

As doses de Zn, diminuíram linearmente a concentração do S, no caule, dentro da dose 450 mgP/dm³ solo, provocando, nesta mesma dose, aumento linear da concentração do nutriente na folha, o qual também se expressou para o conteúdo, no mesmo órgão, dentro da dose 150 mgP/dm³ solo (Figuras 34A, 35A e 37A). O efeito quadrático influenciado pelo Zn, pode ser observado, para os teores no caule, dentro das doses 0, 150 e 300 mgP/dm³ solo, cujas doses ótimas de Zn, estimadas pela regressão, foram

respectivamente 5 e 8 mgZn/dm³ solo; e, nas folhas, dentro das doses 0, 150 e 300 mgP/dm³ solo, cujas doses ótimas estimadas foram 8, 5 e 3 mgZn/dm³ solo. Na quantidade acumulada, o efeito quadrático, dentro das doses 300 e 450 mgP/dm³ solo, permitiu estimar 7 e 4 mgZn/dm³ solo - para o caule - e 5 e 4 mgZn/dm³ solo - para a folha - como doses ótimas capazes de promover o maior acúmulo de S nos tecidos vegetais. Não se verifica efeito do Zn, dentro das doses 0 e 150 mgP/dm³ solo, para o conteúdo de S no caule e tão pouco, na ausência do P, para a folha (Figuras 36A e 37A).

Os resultados obtidos, indicando aumentos dos teores de S com o incremento das doses de P, concordam com aqueles apresentados por Lopes (1988) e Marques (1990), em seus estudos com a seringueira; bem como, com aqueles verificados por Faria (1993), para a albizia. Porém, são discordantes daqueles verificados por Viégas (1985), em seringueira, Faria (1993), na leucena e no angico amarelo.

A acumulação de S na planta seguiu a ordem S folha > Scaule, conforme demonstrado nas Figuras 34A a 37A.

4.3.7 Boro (B)

A interação entre o P e o Zn, influenciou variações nos teores e quantidades acumuladas de boro nas plantas, conforme se verifica na Tabela 12. As variações impostas no teor de boro no caule, pelas doses de P, na presença ou ausência de Zn, e nos teores de boro na folha, dentro das doses 0 e 5 mgZn/dm³ solo,

refletem o "efeito de diluição" deste nutriente, decorrente da resposta da planta, em função da interação verificada. Este fato é reforçado pelo incremento na acumulação de boro nos referidos órgãos, acompanhando os aumentos das doses de P. Este efeito pode ser explicado segundo Jarrel e Beverly (1981) e Marschner (1991), como resultante da lenta absorção do elemento comparado ao rápido crescimento da planta, o qual é expresso pelo produto da sua concentração pela matéria seca produzida, no caso, de caule e de folha (Figuras 10A e 11A). A concentração na folha, dentro da dose 5 mgZn/dm³ solo, ajustou-se a equação quadrática, em função do P (Figura 39A), que teve 340 mgP/dm³ solo como sendo a dose ótima capaz de promover o máximo teor de B no órgão. No caule, o conteúdo, dentro da dose 10 mgZn/dm³ solo, também teve comportamento quadrático (Figura 40A), permitindo estimar 301 mgP/dm³ como dose ótima capaz de promover a máxima acumulação do nutriente no referido órgão, o que explica a redução observada no teor de boro observada a partir da mesma. Também, em relação ao conteúdo, dentro das doses 0 e 10 mgZn/dm³ solo, verifica-se o comportamento quadrático da variável folha (Figura 41A), para a qual estimou-se em torno de 300 mgP/dm³ como ótima para o máximo acúmulo do nutriente no referido órgão.

A exceção dos conteúdos, no caule e folha, dentro das respectivas doses de P: 0 e 150 mgP/dm³ solo, para os quais as doses de Zn não tiveram efeito, pela regressão; os valores das variáveis caule e folha, apresentaram comportamento quadrático, em função do Zn, dentro de todas as doses de P (Figuras 38A e 39A), sendo estimadas para o teor no caule, 6 e 5 mgZn/dm³ solo para as respectivas doses de P: 0, 150, 450 e 300 mgP/dm³ solo;

para o teor na folha 6, 4 e 5 mgZn/dm³ solo para 0, 150, 300 e

TABELA 12 - Efeito da interação entre as doses de P e Zn sobre os teores e quantidades acumuladas de boro na planta (média de 4 repetições).

DOSES		mgP/dm ³ solo			
		000	150	300	450
----- Bcaule (ppm) -----					
mgZn/dm ³ solo	00	36,19	32,88	30,56	29,01
	05	27,06	11,75	8,61	5,59
	10	29,60	25,55	24,85	17,51
----- Bfolha (ppm) -----					
mgZn/dm ³ solo	00	75,81	44,17	39,50	20,65
	05	12,71	47,27	49,50	52,45
	10	54,23	37,41	31,59	28,88
----- Bcaule (ug/vaso) -----					
mgZn/dm ³ solo	00	19,17	237,13	369,02	461,57
	05	25,56	109,41	118,24	150,82
	10	25,08	240,87	420,96	193,40
----- Bfolha (ug/vaso) -----					
mgZn/dm ³ solo	00	54,96	364,61	492,30	295,70
	05	3,94	353,76	320,07	981,21
	10	32,13	362,01	360,90	253,74

450 mgP/dm³ solo respectivamente. Para as quantidades acumuladas, foi obtido 5 e 7 mgZn/dm³ solo para 150, 300 e 450 mgP/dm³ respectivamente para o caule e 6, 5 e 7 mgZn/dm³ solo para 0, 300 e 450 mgP/dm³ solo respectivamente para a folha.

Efeitos negativos da aplicação, isolada, do P sobre os teores foliares de boro foram igualmente observados por Viégas (1985) e Marques (1990), em plantas de seringueira; no entanto,

sobre os teores no caule os resultados são discordantes.

A acumulação de boro na planta, influenciada pela interação entre o P e o Zn, seguiu a ordem Bfolha > Bcaule. Este comportamento pode ser observado nas Figuras 38A a 41A.

4.3.8 Cobre (Cu)

A interação entre o P e o Zn, que influenciou os teores e quantidades acumuladas de cobre na planta é apresentada na Tabela 13. Nota-se, que as doses de P induziram variações nas variáveis consideradas, na presença ou ausência da aplicação do Zn. Os teores de cobre, no caule, tiveram comportamento quadrático, em função do P, nas doses 05 e 10 mgZn/dm³ solo, enquanto que na folha este comportamento é verificado nas três doses de Zn aplicadas (Figuras 42A e 43A). As equações de regressão permitiram estimar respectivamente as doses de 193 e 280 mgP/dm³ solo como pontos máximos de acumulação do nutriente no caule, o que explica a redução do mesmo na dose máxima de P (Tabela 13). Para a folha, os respectivos pontos mínimos de incremento do Cu foram 276, 302 e 376 mgP/dm³ solo para as respectivas doses de Zn: 0, 5 e 10 mgZn/dm³ solo. A ausência do Zn, contribuiu para que a concentração de cobre aumentasse linearmente, no caule, com o incremento do P aplicado, sendo paralelamente acompanhado pelo acúmulo no caule, que também apresentou o mesmo crescimento dentro da dose 05 mgZn/dm³ solo (Figura 44A). Comportamento semelhante pode ser verificado para o conteúdo de Cu na folha, nas mesmas doses de Zn referenciadas para esta variável no caule (Figura 45A). O ajuste quadrático da

variável quantidade acumulada, permitiu calcular como pontos máximo de acúmulo do Cu as doses de 289 e 271 mgP/dm³ solo, para caule e folha respectivamente, ambos dentro da dose 10 mgZn/dm³ solo. A diminuição do teor de Cu na folha foi acompanhada do aumento da quantidade acumulada do nutriente neste órgão (Figuras 43A e 45A), o que pode indicar o "efeito de diluição" do mesmo, dado a resposta da planta ao P, na presença ou ausência do Zn. A não diminuição paralela da quantidade de Cu no caule (Figura 44A) parece indicar menor translocação do nutriente deste órgão para as folhas. Possivelmente essa translocação tenha sido desfavorecida pelo acúmulo de Ca, Mn, Zn e Fe na raiz, em função do incremento das doses de P, os quais competem com o Cu por quelatos transportadores.

Igualmente ao P aplicado, as doses de Zn induziram variações nas concentração e conteúdo de cobre na planta (Tabela 13). Verifica-se, comportamento linear crescente para o teor no caule, dentro da dose 150 mgP/dm³ solo, enquanto que, na folha, o teor de cobre diminuiu linearmente na ausência do P, em função do incremento do Zn aplicado (Figuras 42A e 43A). O conteúdo de Cu, na folha, dentro da dose 150 mgP/dm³ solo, aumentou linearmente com o incremento do Zn, sendo a linearidade inversa na dose 450 mgP/dm³ solo (Figura 45A). Pontos como 3 e 7 mgZn/dm³ solo foram estimados como capazes de promover o máximo teor de Cu no caule, nas doses de P consideradas, enquanto que na folha estes pontos foram 5, 6 e 3 mgZn/dm³ solo respectivamente. Para o conteúdo de Cu, foram encontrados 6 mgZn/dm³ solo e 6, 5 e 4 mgZn/dm³ solo respectivamente para caule e folha, dentro das doses 0, 150, 300 e 450 mgP/dm³ solo.

TABELA 13 - Efeito da interação entre as doses de P e Zn sobre os teores e quantidades acumuladas de cobre na planta (média de 4 repetições).

DOSES		mgP/dm ³ solo			
		000	150	300	450
----- Cucaule (ppm) -----					
mgZn/dm ³ solo	00	4,30	6,07	12,49	12,46
	05	4,37	6,36	7,88	5,65
	10	3,50	7,46	7,91	6,58
----- Cufolha (ppm) -----					
mgZn/dm ³ solo	00	12,21	7,65	6,51	8,74
	05	11,74	9,59	7,31	9,10
	10	11,05	7,01	6,90	5,93
----- Cucaule (ug/vaso) -----					
mgZn/dm ³ solo	00	2,27	43,81	150,81	198,27
	05	4,13	59,28	108,23	152,58
	10	2,96	70,33	134,04	72,69
----- Cufolha (ug/vaso) -----					
mgZn/dm ³ solo	00	3,72	62,42	81,35	125,24
	05	11,15	74,27	72,68	172,84
	10	7,68	69,57	83,96	52,21

Efeitos depressivos do P sobre os teores foliares de Cu foram observados por Faria (1993), em acácia e angico amarelo, por Viégas (1985) e Berniz (1987), em seringueira. Alves (1987) não observou influência do P aplicado nos teores de Cu em plantas de seringueira. Contudo, Marques (1990), verificou aumentos no teor e quantidade acumulada de Cu, em função do P, para a seringueira; o mesmo sendo observado por Faria (1993), em leucena.

A acumulaç_o de Cu na planta seguiu a ordem: Cufolha > Cucaule. As Figuras 42A a 45A apresentam o comportamento das variáveis consideradas em função da interação entre o P e o Zn.

4.3.5 Manganês (Mn)

As variações nos dados de manganês, referentes a concentração e conteúdo foliar do nutriente, imposta pela interação entre o P e o Zn (Tabela 14), indicam que as doses de fósforo provocaram efeitos linear e quadrático nas variáveis consideradas, na ausência ou não do Zn (Figuras 46A a 49A). O teor no caule, comportou-se quadraticamente nas doses 0, 5 e 10 mgZn/dm³ solo, igualmente à quantidade acumulada neste mesmo órgão (Figuras 46A e 48A). Pelas equações de regressão verifica-se aumentos na concentração de Mn no caule, até aos pontos 174, 204 e 283 mgP/dm³, dentro das doses 0, 5 e 10 mgZn/dm³ solo respectivamente; e, no conteúdo, no mesmo órgão, estes pontos dentro das respectivas doses de Zn, seriam 265, 294 e 290 mgP/dm³ solo. Variações quadráticas também são apresentadas para o teor na folha, dentro da dose 10 mgZn/dm³ solo e para a quantidade acumulada, neste mesmo órgão, dentro das doses 0 e 10 mgZn/dm³ solo (Figuras 47A e 49A), para as quais estimou-se 61 mgP/dm³ solo e 336 e 254 mgP/dm³ solo. A concentração de Cu na folha, diminuiu linearmente com o incremento do P, nas doses 0 e 5 mgZn/dm³ solo, porém teve aumento simultâneo, nesta última dose, para o conteúdo na folha. Estas diminuições nos teores acompanhadas dos aumentos nas quantidades acumuladas denotam o

"efeito de diluição" do nutriente face ao aumento na produção de matéria seca (MSF - Figura 11A), em função do P, na presença do Zn e indicam que a absorção do Mn não acompanhou a taxa de crescimento das plantas.

TABELA 14 - Efeito da interação entre as doses de P e Zn sobre os teores e quantidades acumuladas de manganês na planta (média de 4 repetições).

DOSES		mgP/dm ³ solo			
		000	150	300	450
----- Mncaule (ppm) -----					
mgZn/dm ³ solo	00	35,14	37,66	46,44	12,47
	05	30,13	40,22	52,31	15,32
	10	18,17	34,98	40,55	32,43
----- Mnfolha (ppm) -----					
mgZn/dm ³ solo	00	49,13	41,72	32,94	28,33
	05	43,76	40,37	30,19	27,04
	10	37,59	33,78	33,53	19,91
----- Mncaule (ug/vaso) -----					
mgZn/dm ³ solo	00	18,62	271,67	560,67	198,39
	05	28,47	374,45	717,85	413,31
	10	15,40	329,82	686,75	358,02
----- Mnfolha(ug/vaso)-----					
mgZn/dm ³ solo	00	14,98	340,39	411,20	405,53
	05	41,57	312,66	300,15	513,27
	10	26,13	335,23	407,89	175,36

Stukenholtz et al. (1966), citados por Marques (1990) e Paulsen e Rotimi (1968), consideram este efeito, possivelmente, resultante de uma interação entre o P e o Mn, a nível radicular; porém, a não determinação do teor deste elemento na raiz impede a

consideração de que esta interação tenha realmente ocorrido, impondo redução do teor no nutriente na folha.

As doses de Zn imprimiram variações quadráticas para os teores de Mn, no caule, dentro das doses 150 e 300 mgP/dm³ solo e na folha, somente nesta última dose (Figuras 46A e 47A), sendo estimados como pontos promotores do máximo acúmulo de Mn nos referidos órgãos, as doses de 5 mgZn/dm³ solo para ambas as variáveis. As quantidades acumuladas sofreram variações quadráticas, no caule e na folha, nas doses de P: 0, 150, 300 e 450 mgP/dm³ solo (Figuras 48A e 49A), sendo estimado 5, 6 7 e 6 mgZn/dm³ solo para o caule e 6, 5 e 4 mgZn/dm³ solo para a folha nas respectivas doses de P mencionadas.

Os resultados encontrados, para os teores de Mn, sendo influenciados pela interação P x Zn, não correspondem àqueles encontrado, no mesmo estudo, por Marques (1990), em plantas de seringueira, para a qual não foi observado efeito isolado do Zn ou de sua interação com o fósforo sobre a concentração e conteúdo de Mn na planta.

A quantidade total acumulada de Mn na planta, foi ligeiramente superior no caule à folha, diferenciando do comportamento verificados para os demais nutrientes estudados. As Figuras 46A a 48A demonstram o compartimento das variáveis consideradas em função da interação entre o P e o Zn.

4.3.5 Zinco (Zn)

As variações provocadas na concentração e no conteúdo de zinco, na planta, em função da interação verificada entre as

doses de P e Zn, encontram-se na Tabela 15. Verifica-se efeito quadrático das doses de P para os teores do nutriente no caule e na folha, dentro das três doses de Zn utilizadas, ou seja, 0, 5 e 10 mgZn/dm³ solo (Figuras 50A e 51A). O incremento do zinco, de acordo com as equações de regressão, se deu até as doses de 198, 234 e 180 mgP/dm³ solo para o caule e, 229 e 195 mgP/dm³ solo para a folha, nas respectivas doses de Zn consideradas. As quantidades acumuladas do nutriente, também tiveram ajustes quadráticos, dentro das doses 0 e 10 mgZn/dm³ solo, para o caule e a folha (Figuras 52A e 53A), sendo estimado 390 e 274 mgP/dm³, 349 e 266 mgP/dm³ solo como pontos nos quais o conteúdo de zinco seriam máximos para o caule e a folha respectivamente. Ainda em relação a estas variáveis, verifica-se crescimento linear das com o incremento do P, dentro da dose 5 mgZn/dm³ solo. Os aumentos simultâneos nos teores e quantidades acumuladas de zinco nos órgãos das plantas, em função da interação P x Zn, praticamente, até a dose 300 mgP/dm³ solo (Figuras 50A a 53A), não refletem a existência de "efeito de diluição" do zinco; contudo, este efeito pode ser considerado na dose 450 mgP/dm³ solo, em consequência do maior crescimento da planta, em resposta ao P e Zn aplicados.

Uma provável formação de Zn₃(PO₄)₂, nas raízes, segundo Dev e Shukla (1981), responsável pela redução na solubilidade e mobilidade do Zn com conseqüente diminuição da translocação do nutriente para a parte aérea das plantas (Stukenholtz et al. (1966), citados por Marques, 1990), poderia explicar a redução do teor do zinco na dose de P considerada.

TABELA 15 - Efeito da interação entre as doses de P e Zn sobre os teores e quantidades acumuladas de zinco na planta (média de 4 repetições).

DOSES		mgP/dm ³ solo			
		000	150	300	450
----- Zncaule (ppm) -----					
mgZn/dm ³ solo	00	14,89	20,77	23,89	14,00
	05	16,81	25,66	26,01	15,77
	10	18,38	24,10	26,22	17,52
----- Znfolha (ppm) -----					
mgZn/dm ³ solo	00	26,31	26,62	24,60	20,55
	05	25,62	29,58	31,00	26,17
	10	28,81	31,58	32,65	24,47
----- Zncaule (ug/vaso) -----					
mgZn/dm ³ solo	00	7,89	149,82	288,46	222,87
	05	15,88	238,89	356,95	425,45
	10	15,58	227,22	444,09	193,47
----- Znfolha (ug/vaso) -----					
mgZn/dm ³ solo	00	8,02	217,19	307,16	294,21
	05	24,34	229,11	308,21	498,76
	10	20,02	313,45	397,26	215,52

As doses de zinco aplicadas, influenciaram acréscimos lineares nos teores de Zn no caule, dentro de todas as doses de P aplicadas (Figura 50A). Efeito semelhante também pode ser verificado para as quantidades acumuladas do nutriente dentro das doses 300 e 150 mgP/dm³ solo para o caule e a folha respectivamente (Figuras 52A e 53A). O efeito quadrático das variações, por sua vez, é observado para os teores, dentro das

doses 150, 0 e 450 mgP/dm³ respectivamente para caule e folha (Figuras 50A e 51A), cujos pontos são de máximo em 6 mgZn/dm³, para o caule, e de mínimo em 3 e máximo em 6 mgZn/dm³ solo para as folhas. Para as quantidades acumuladas de Zn, o ajuste quadrático da variação dos dados ocorreu, dentro das doses 0, 150 e 450 mgP/dm³ solo, para a variável caule, sendo estimados para estas doses pontos máximos de acúmulo do nutriente em 6, 2 e 5 mgZn/dm³ solo respectivamente; na folha, a ocorrência deste comportamento é verificada dentro de 0, 300 e 450 mgP/dm³ solo, permitindo estimar 7 e 5 mgZn/dm³ solo como pontos ótimo, mínimo e ótimo para a acumulação de Zn no referido órgão, dentro das doses consideradas de P.

Os resultados aqui observados, discordam daqueles apresentados por Mcgrath e Robson (1984), em *Pinus radiata*, Singh et al. (1986) em trigo, Viégas (1985), Alves (1987), Berniz (1987) e Marques (1990) em seringueira e por Faria (1993) em albízia e angico amarelo, os quais ressaltam o efeito negativo do P sobre os teores e quantidade acumuladas de Zn nas referidas plantas. Faria (1993), não observou nenhum efeito do P sobre os teores de Zn em leucena.

A acumulação do nutriente, em função da interação, seguiu a ordem Zn folha > Zncaule. O comportamento das variáveis consideradas é apresentado nas Figuras 50A a 53A.

4.3.5 Ferro (Fe)

As variações nos teores e quantidades acumuladas de ferro na planta, em função da interação entre o P e o Zn, é

apresentada na Tabela 16. Os efeitos induzidos, nas concentrações e conteúdos de ferro no caule e na folha, aconteceram na ausência e presença das doses de zinco aplicadas, sendo que os teores do nutriente, na folha, tiveram decréscimos lineares, em função do incremento de P, em quaisquer das doses de Zn, o mesmo acontecendo para o teor, no caule, dentro da dose 05 mgZn/dm^3 solo que foi simultaneamente acompanhado do aumento da quantidade do nutriente na folha (Figuras 54A, 55A e 57A), indicando, nesta dose, a ocorrência do "efeito de diluição" para o nutriente, em vista da maior produção de matéria seca da planta (folha - Figura 11A). Este "efeito de diluição" é reforçado comparando-se a redução dos teores na folha acompanhados do aumento nas quantidades acumuladas neste mesmo órgão. Jarrel e Beverly (1991) e Marschner (1991) explicam tal efeito como resultante da lenta absorção do nutriente comparada ao rápido crescimento da planta, que acarreta não acompanhamento do primeiro aos seus aumentos na matéria seca (caule e folha - Figuras 10A e 11A). O ajuste quadrático das variáveis, permitiu estimar $163, 316 \text{ mgP/dm}^3$ solo como pontos máximo de teor de ferro, no caule, para as doses de 0 e 10 mgZn/dm^3 ; $287, 479$ e 289 mgP/dm^3 solo para conteúdo no caule, dentro das das três respectivas doses de Zn aplicadas e 356 e 275 mgP/dm^3 solo para o acúmulo do nutriente na folha, nas respectivas doses de Zn consideradas.

As doses de Zn também influenciaram variações nos teores e quantidades acumuladas de Fe na planta (tabela 16). Nota-se, que os teores do nutriente diminuíram, em função do incremento das doses de Zn aplicadas, na dose 150 mgP/dm^3 solo,

TABELA 16 - Efeito da interação entre as doses de P e Zn sobre os teores e quantidades acumuladas de ferro na planta (média de 4 repetições).

DOSES		mgP/dm ³ solo			
		000	150	300	450
----- Fecaule (ppm) -----					
mgZn/dm ³ solo	00	128,08	142,18	139,85	62,12
	05	129,96	88,65	43,80	37,82
	10	98,01	62,72	57,06	57,05
----- Fefolha (ppm) -----					
mgZn/dm ³ solo	00	183,86	181,13	173,51	143,76
	05	182,51	178,44	166,90	143,83
	10	175,97	170,38	165,80	156,69
----- Fecaule (ug/vaso) -----					
mgZn/dm ³ solo	00	67,88	1025,50	1688,33	988,41
	05	122,81	825,36	601,02	1020,00
	10	83,06	591,33	966,34	596,70
----- Fefolha (ug/vaso) -----					
mgZn/dm ³ solo	00	56,08	1477,58	2165,83	2058,00
	05	176,38	1381,40	1659,01	2729,90
	10	122,30	1691,07	2017,04	1380,07

para o caule, nas doses 150 e 300 mgP/dm³ solo para a folha (Figuras 54A e 55A). A quantidade acumulada no caule também apresentou diminuição de ferro, em função do Zn, dentro da dose 150 mgP/dm³ solo, justificando assim o ajuste dos dados a equações lineares (Figura 56A). Verifica-se ainda, que o ajuste quadrático das variações dos dados aconteceu para os teores, dentro das doses 0, 300 e 450 mgP/dm³, para o caule, e 450 mgP/dm³ solo, para a folha, sendo estimados 3, 7 e 5 mgZn/dm³

solo e 3 mgZn/dm^3 solo como ótimas para o máximo teor de ferro nos respectivos órgãos, nas doses de P consideradas. As quantidades acumuladas de Fe, comportaram-se quadraticamente, para o caule, dentro das doses 0, 300 e 450 mgP/dm^3 solo e para a folha dentro das quatro doses de P aplicadas (Figuras 56A e 57A), sendo estimados para as mesmas os pontos 5, 6 e 3 mgZn/dm^3 solo como máximos de acúmulo do nutriente no caule, para as respectivas doses de P consideradas, e 6, 4, 5 e 4 mgZn/dm^3 solo como máximos de acúmulo do nutriente na folha, para as respectivas doses de P.

Os resultados obtidos, são concordantes com Marques (1990), que verificou diminuição do teor foliar de Fe com o aumento do P em seringueira, bem como efeito da interação entre o P e o Zn sobre o teor de Fe no caule; e com aqueles apresentados por Berniz (1987) que verificou efeito depressivo do P sobre os teores foliares de Fe na mesma espécie. Porém, são discordantes daqueles apresentados por Alves (1987) e Lopes (1988) que ressaltam efeito positivo da aplicação de P sobre o Fe em seringueira.

A acumulação do ferro na planta seguiu a ordem: Fe folha > Fe caule; comportamento este que pode ser verificado através das Figuras 54A a 57A.

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 à elevada dose de P (450 mgP/dm³ solo);
- A interação entre o P e o Zn teve efeito sobre as características de crescimento das plantas, bem como sobre sua nutrição afetando o teor e quantidade acumulada dos nutrientes na parte aérea das mesmas;
- O maior crescimento das plantas (altura, diâmetro do caule a 5 cm do solo, matéria seca (raiz, caule, folha e total) e a melhor proporção entre raiz e parte aérea foram verificados para a combinação 450 mgP/dm³ solo e 5 mgZn/dm³ solo;

- A combinação 450 mgP/dm^3 solo e 5 mgZn/dm^3 solo permitiu, nas condições do experimento, a obtenção, já à partir do 3º mês de repicagem das plântulas, mudas com altura superior a 30 cm e diâmetro do caule a 5 cm do solo superior a 0,25 mm;
- Nas mudas cujas características vegetativas de crescimento foram superiores às demais, a combinação mencionada entre o P e o Zn proporcionou teores foliares de nutrientes correspondentes a 3,42 %N, 1,56 %P, 1,78 %K, 1,02 %Ca, 0,55 %Mg, 0,32 %S, 52,46 ppmB, 9,11 ppmCu, 143,83 ppmFe, 27,04 ppmMn e 26,18 ppmZn;
- A quantidade total acumulada de Mn na planta, diferentemente dos demais nutrientes apresentou-se superior no caule à folha.

6 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALVES, R.N.B. Níveis de nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio para produção de porta-enxertos de seringueira (*Hevea spp*) no Amapá. Lavras: ESAL, 1987. 79p. (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).
- ANDRADE-LIMA, D. Um pouco de ecologia para o Nordeste: parte geral. 2.ed. rev. Recife: UFPE, 1975. 76P.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS E CORRETIVOS AGRICOLAS. Análise de corretivos agrícolas. [S.l.]: ANDA, 1989. 30p.
- BAHIA FILHO, A.F.C. Índices de disponibilidade de fósforo em Latossolos do Planalto Central com diferentes características texturais e mineralógicas. Viçosa: UFV, 1982. 179p. (Tese - Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas).
- BARROS, D.P. Ensaios de espaçamento inicial para "Aroeira". Silvicultura em São Paulo, São Paulo, v.7, p.39-41, 1970.
- BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F.; CARDOSO, J.R.; MACEDO, P.R.O. Algumas relações solo-espécie de eucalipto em suas condições naturais. In: BARROS, N.F. de.; NOVAIS, R.F. de. (eds). Relação solo-eucalipto. Viçosa: Editora Folha de Viçosa, 1990. p.1-24
- BERNIZ, J.M.J. Influência de nitrogênio, fósforo e potássio em seringueira jovem (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.). Viçosa: UFV, 1987. 59p. (Tese - Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas).
- BOAWN, L.C.; BROWN, J.C. Further evidence for a P-Zn imbalance in plants. Soil Science Society of American Proceedings, Madison, v.32, n.1, p:94-97, Jan./Feb. 1968.
- BOAWN, L.C.; LEGGETT, G.E. Phosphorus and zinc concentrations in Russet Burbank potato tissues in relation to development of zinc deficiency symptoms. Soil Science Society of American Proceedings, Madison, v.28, n.2, p.229-232, Mar./Apr. 1964.

- BROWN, A.L.; KRANTZ, B.A.; EDDINGS, J.L. Zinc-phosphorus interactions as measured by plant response and soil analysis. *Soil Science*, Baltimore, v.110, n.6, p.415-420, Jul./Dec. 1970.
- CARDOSO, D.J.; DURIGAN, M.E.; SANQUETTA, C.R.; REISSMANN, C.B. Comportamento da bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth) sob cinco níveis de fósforo - informe preliminar. *Revista Floresta*, Viçosa, v.15, n. 1/2, jun./dez. 1985.
- CARNEIRO, J.G. de A. Determinação do padrão de qualidade de *Pinus taeda* para plantio definitivo. Curitiba: UFPR, 1976. 70p. (Tese Mestrado - em Ciência Florestal).
- CARVALHO, P.E.R. Comportamento de essências florestais nativas em dois locais do estado do Paraná. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 4, Belo Horizonte, 1982. *Anais...* Belo Horizonte, 1982. *Silvicultura em São Paulo*, São Paulo, n.28, p.262-266, Jan./fev. 1982.
- CHRISTENSEN, N.W.; JACKSON, T.L. Potential for phosphorus toxicity in zinc-stressed corn and potato. *Soil Science Society of American Journal*, Madison, v.45, n.5, p.904-909, Sept/Oct. 1981.
- COSTA FILHO, R.T. da. Crescimento de mudas de aroeira (*Astronium urundeuva* (Fr. All.) Engl.) em resposta à calagem, fósforo e potássio. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSENCIAS NATIVAS, 2, São Paulo, 1992. *Anais...* São Paulo, 1992. v.4, pt.2, p.537-543.
- DEICHMANN, V.V. *Noções sobre sementes em viveiros florestais*. Curitiba: UFPR, 1967. 196p.
- DEV, S.; SHUKLA, V.C. Effect of P and Zn sources and their level on the expression of P-Zn relationship in corn. *The Madras Agricultural Journal*, Coimbatore, v.68, n.7, p.471-477, July. 1981.
- DRUMOND, M.A. Potencialidade das essências nativas do trópico semi-árido. *Silvicultura em São Paulo*, São Paulo, v.16, pt.2, p.766-781, 1982.
- DUMBROFF, E.B.; MICHEL, B.E. The expresion of interiornic relationships in *Pinus elliottii*. *Plant Physiology*, Washington, v. 42, n.11, p.1465-1471, 1967.
- EGLER, W.A. Contribuição ao estudo da caatinga pernambucana. *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, v.13, n.4, p.65-78, 1951.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA-CNPBS. *Revegetação de solos degradados*. Seropédica, 1992. 11p. (Comunicado Técnico, n.10).

- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. Manual de Métodos de Análise do Solo. Rio de Janeiro, 1979. n.p.
- FARIA, M.F. de. Resposta de leguminosas arbóreas ao fósforo e fungo micorrízico em Latossolo Vermelho-Escuro da região Campos das Vertentes (MG). Lavras: ESAL, 1993. 100P.
- FERNANDES, N.P.; JARDIM, F.C.S. Desenvolvimento de árvores nativas em ensaios de espécies. 3. Cedrorana (*Cedrelinga catenaeformis* Ducke). In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 4, Belo Horizonte, 1982. Anais ... Belo Horizonte, 1982. Silvicultura em São Paulo, São Paulo, n.28, p.278-281. Jan./Fev. 1982.
- FERREIRA, M. das G.M.; CANDIDO, J.F.; SILVA, D.A. da; COLODETTE, J.L. Efeito do sombreamento e da densidade de sementes sobre o desenvolvimento de mudas de *Pinus insularis* Endlicher e seu crescimento inicial no campo. Revista Arvore, Viçosa, v.7, n.1, p:53-61, Jun. 1981.
- GARRIDO, M.A. de O. Características silviculturais de algumas espécies indígenas sob povoamentos puros e mistos. Silvicultura em São Paulo, São Paulo, v.9, p.63-71, 1975.
- GARRIDO, M.A. de O.; POGGIANI, F. Características silviculturais de cinco espécies indígenas plantadas em povoamentos puros e mistos. Silvicultura em São Paulo, São Paulo, v.13/14, p.33-48, 1979/1980.
- GOMES, J.M.; BRANDI, R.M.; CANO, M.A.O.; SOUZA, A.P. de. Efeitos do sal, antitranspirante e poda no endurecimento de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. ~~Revista Floresta~~, Viçosa, v. 9, n. 2, dez. 1978.
p. 18-24
- HERINGER, E.P.; FERREIRA, M.B. Árvores úteis da região geo-econômica do DF. Aroeira, Gonçalo e Bibatão. O gênero *Astronium* e sua importância florestal. Cerrado, Brasília, v.5, n.22, p.24-33, 1973.
- JARREL, W.M.; BEVERLY, R.B. The dilution effect in plant nutrition studies. Advances in Agronomy, New York, n.34, p.197-224, 1981.
- JOLY, A.B. Botânica, introdução à taxonomia vegetal. São Paulo: EDUSP, 1966. v.4, 634p.
- KAGEYAMA, P.Y.; BIELLA, L.C.; PALERMO Jr., A. Plantações mistas com espécies nativas com fins de proteção a reservatórios. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIROS, 6, Campos do Jordão: SBS/SBEF, 1990. Anais... Campos do Jordão, 1990. Silvicultura em São Paulo, São Paulo, v.1, p.109-118 (Trabalhos convidados).

- KRAMER, P.J.; KOZLOWSKI, T.T. **Physiology of trees**. New York: McGraw Hill, 1960. 642p.
- 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 American Journal**, Madison, v.78, n.4, p.668-675, July/Aug. 1986.
- LINDSAY, W.L. Zinc in soils and plant nutrition. **Advances in Agronomy Journal**, New York, v.24, s.n., p.147-186, 1972.
- 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, v. 43, n. 5, p.966-972, Sept./Oct. 1979.
- LOPES, A.S. Solos sob cerrado: manejo da fertilidade para a produção agropecuária. São Paulo: ANDA, 1992. 60p. (Boletim técnico, n.5)
- 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- Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).
- 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, v.14, n.3, p.163-173, 1984.
- MALAVOLTA, E. **ABC da adubação**. 4.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 255p.
- MALAVOLTA, E. Avaliação do estado nutricional. In: _____ . **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 1980. p:219-251.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa de Potassa e e do Fosfato, 1989. 201p.
- MARQUES, L.C.T.; YARED, J.A.G. Crescimento de mudas de *Didymopanax morototoni* (Aublet.) Dcne (morototó) em viveiro em diferentes misturas de solo. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL: métodos de produção e controle de qualidade de sementes e mudas florestais, Curitiba, 1984. **Anais...** Curitiba, 1984. p.149-163.
- MARQUES, R. Efeitos do fósforo e zinco na nutrição e crescimento de porta-enxertos de seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.). Lavras: ESAL, 1990. 110p. (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).

- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants.** 4.ed. San Diego: Academic Press, 1991. 674p.
- MELO, J.T. de; LIMA, V.L.G. de F.; RIBEIRO, J.F. Desenvolvimento inicial de *Astronium urundeuva* (Fr. All.) Engl. (aroeira) em diferentes tipos de solo da região dos Cerrados. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTANICA, 32, Teresina, 1981. **Anais...** Teresina: Sociedade Botânica do Brasil, p.283-298, 1981.
- MONTEIRO, E.M. da S. **Resposta de leguminosas arbóreas à inoculação com rizóbio e fungos micorrízicos vesículo-arbusculares em solo ácido.** Itaguaí: UFRRJ, 1990. 221p. (Tese - Doutorado em Nutrição de Plantas).
- MORAES, M.L.T. de; KAGEYAMA, P.Y.; SIQUEIRA, A.C.M. de F.; KANO, N.K.; CAMBUIM, J. Variação genética em duas populações de aroeira (*Astronium urundeuva* (Fr. All.) Engl. - Anacardiaceae). In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSENCIAS NATIVAS, 2, São Paulo, 1992. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, v.4, pt.4, p. 1241-1245, mar. 1992.
- NEVES, J.L.C.; GOMES, J.M.; NOVAIS, R.F. Fertilização mineral de mudas de eucalipto. In: BARROS, N.F. de; NOVAIS, R.F. de. (eds). **Relação solo-eucalipto.** Viçosa: Editora Folha de Viçosa, 1990. p.99-126.
- NOGUEIRA, J.C.B.; SIQUEIRA, A.C.M.F.; MORAIS, E.; COELHO, L.C.C.; MARIANO, G. Conservação genética de essências nativas através de ensaios de progênes e procedência. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 4, Belo Horizonte, 1982. **Anais...** Belo Horizonte, 1982. **Silvicultura em São Paulo**, São Paulo, n.28, p.391-397, jan./fev. 1982a.
- NOGUEIRA, J.C.B.; SIQUEIRA, A.C.M.F.; MORAIS, E.; COELHO, L.C.C.; MARIANO, G.; KAGEYAMA, P.Y.; ZANATTO, A.C.S.; FIGLIOLIA, M.B. Conservação genética de essências nativas através de ensaios de progênes e procedência. **Silvicultura em São Paulo**, São Paulo, v.16, n.2, p.957-969, 1982b.
- NOVAIS, R.F.; GOMES, J.M.; ROCHA, D.; BORGES, E.E.L. Calagem e adubação NPK na produção de mudas de eucalipto (*Eucalyptus grandis* W. Hill. ex Maiden). 1. Efeitos da calagem e dos nutrientes N, P e K. **Revista Arvore**, Viçosa, v.3, n.2, p.121-134, 1979.
- OLSEN, S.R. Micronutrient interactions. In: MORTVEDT, J.J.; GIOR DANO, P.M.; LINDSAY, W.L. eds. **Micronutrients in Agriculture** Madison: Soil Science Society of American, 1972. p:243-264.
- 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.

- PAGEL, H.; ENZMANN, J.; MUTSHER, H. **Pflanzenernährstoffe in tropischen Boden.** Berlin: VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, 1982. 272p.
- 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, v. 143, n.1, p.1-4, Jan. 1987.
- PAULA, J.E. de. Espécies nativas com perspectivas energéticas. *Silvicultura em São Paulo*, São Paulo, v.16, n.2, p.1259-1315, 1982.
- PAULA, M.A.; SIQUEIRA, J.O. Efeito de micorrizas vesicular-arbusculares no crescimento, nodulação e acúmulo do nitrogênio pela soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.22, n.2, p:171-178, Fev. 1987.
- PAULSEN, G.M.; ROTIMI, O.A. Phosphorus-zinc interaction in two soybean varieties differing in sensitivity to phosphorus nutrition. *Soil Science Society of American Proceedings*, Madison, v.32, n.1, p:73-76, Jan./Feb. 1968.
- PEREIRA, A.P. Características tecnológicas e silviculturais de 18 espécies nativas. *Silvicultura em São Paulo*, São Paulo, v.16, n.2, p.1332-1339, 1982.
- 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, n.52).
- PEREIRA, L.F. Efeitos da aplicação de calcário, fósforo e zinco no crescimento e nutrição de trigo (*Oryza sativa* L.) em dois solos de várzea do Estado de Minas Gerais. Lavras: ESAL, 1985. 135p. (Dissertação - Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).
- PUSHPADAS, 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, v.1, p.38-43, 1973.
- QUAGGIO, J.A. Critérios para calagem em solos do Estado de São Paulo. Piracicaba: ESALQ, 1983. 76p.
- RAIJ, B. van; 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.
- RECEITAS. *Claudia Cozinha*, São Paulo, n.392, p.19, maio, 1994.
- REIS, E.L.; 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, v.7, n.2, p.35-40, Abr./Jun. 1977.

- RIZZINI, C.T. **Árvores e madeiras úteis do Brasil: manual de dendrologia.** São Paulo: Edgard Bucher, 1978. 296p.
- RIZZINI, C.T. **Plantas do Brasil; árvores e madeiras úteis: manual de dendrologia.** São Paulo: E. Blucher, 1971. 294p.
- SALOMAO, A.N.; BRANDAO, J.M.E. de S.; SILVA, J.A. de **Distribuição geográfica de seis espécies florestais como subsídio para a escolha de áreas futuras de conservação "in situ".** In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSENCIAS NATIVAS, 2, São Paulo, 1992. **Anais...** São Paulo, 1992. v.4, pt.4, p.1199-1205, Mar. 1992.
- SANSIGOLO, C.A.; SILVA, H.D. da; PEREIRA, R. da S.; ALVES, S.T. **Nutrição mineral de *Eucalyptus*.** In: HAAG, H.P. (coord.). **Nutrição mineral de *Eucalyptus*, *Pinus*, *Araucaria* e *Gmelina* no Brasil.** Campinas: Fundação Cargill, 1983. p.3-58.
- SCWARTZ, 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 American Journal**, Madison, v.51, n.2, p.371-375, Mar./Abr. 1987.
- SHARMA, K.C.; KRANTZ, B.A.; BROWN, A.L.; QUICK, J. **Interaction of Zn and P in top and root the corn and tomato.** **Agronomy Journal**, Madison, v.60, n.5, p.453-456, Sept./Oct. 1968.
- SIMCOES, J.W.; SPELTZ, R.M.; SPELTZ, G.M.; MELLO, H.A. **Adubação mineral na formação de mudas de eucalipto.** IPEF, Campinas, n.213, p.35-45, 1971.
- SINGH, J.P.; KARAMANOS, R.E.; STEWART, J.W.B. **Phosphorus induced zinc deficiency in wheat on residual phosphorus plots.** **Agronomy Journal**, Madison, v.78, n.4, p.668-675, Jul./Aug. 1986.
- SIQUEIRA, A.C.M.F.; NOGUEIRA, J.C.B. **Essências brasileiras e sua conservação genética no Instituto Florestal de São Paulo.** In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSENCIAS NATIVAS, 2, São Paulo, 1992. **Anais...** São Paulo, 1992. v.4, pt.4, p.1187, 1992.
- SMITH, S.E. **Mycorrhizas of antotrophic higher plants.** **Biological Review**, Cambridge, v.55, p.475-510, 1980.
- SOUZA, J.A. **Relações entre formas de ferro e sorção de fósforo em Latossolos sob cerrado do Planalto Central.** Lavras: ESAL, 1985. 70p. (Tese - Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).
- SOUZA, S.M. de; LIMA, P.C.F. **Caracterização de sementes de algumas espécies florestais nativas do nordeste.** **Silvicultura em São Paulo**, São Paulo, v.16, n.2, p.1156-1167, 1982.

- STURION, J.A. Produção de mudas de *Mimosa scabrella* Benth. In: SEMINARIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS, 4, Curitiba, 1981. Bracatinga uma alternativa para reflorestamento. (EMBRAPA/URPFCS. Documentos, 5).
- 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, v. 68, n. 6, p.942-946, Nov./Dec. 1976.
- VETTORI, L. Métodos de análises do solo. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1969. 24p. (Boletim Técnico, 7)
- VIÉGAS, I. de J.M. Doses de N, P, K em viveiros de *Hevea* spp na obtenção de plantas aptas para enxertia em Latossolo Amarelo textura média, na Ilha do Mosqueiro -PA. Piracicaba: ESALQ, 1985. 71P. (Dissertação - Mestrado em Nutrição de Plantas)
- 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, v.117, n.6, p:347-351, June. 1974.
- WARNOCK, R.E. Micronutrient uptake and mobility corn plants (*Zea mays* L.) in relation to phosphorus induced zinc deficiency. *Soil Science of American Proceedings*, Madison, v.34, n.5, p.765-769, Sept./Oct. 1970.

ANEXOS

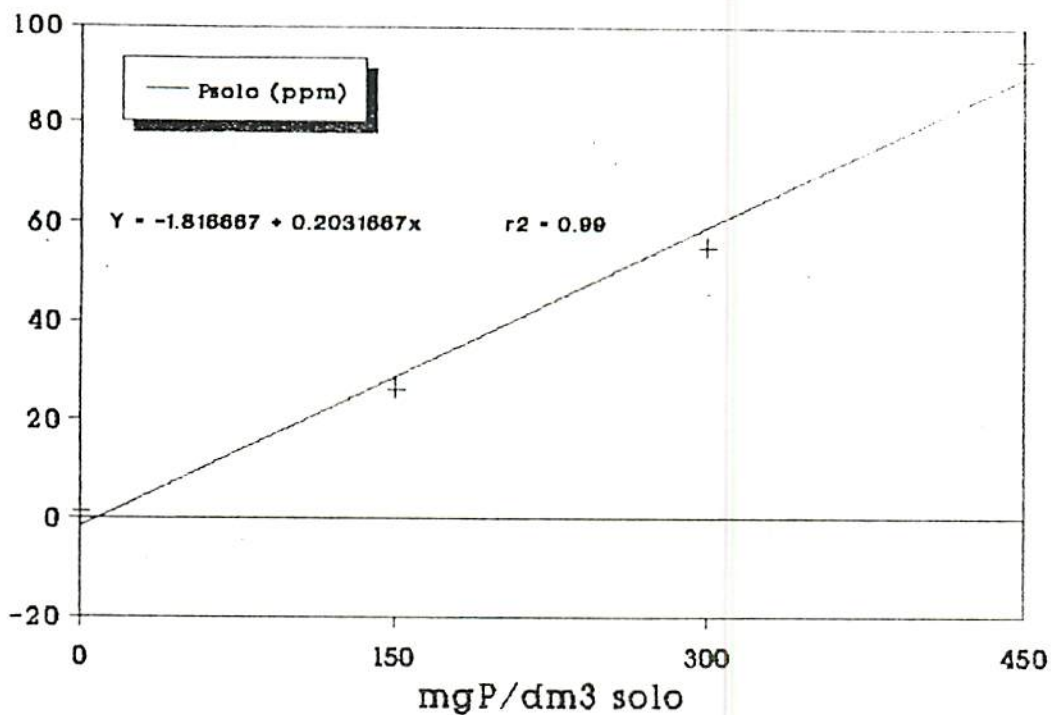


FIGURA 1A: Níveis iniciais de P no solo em função das doses de P aplicadas.
*Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

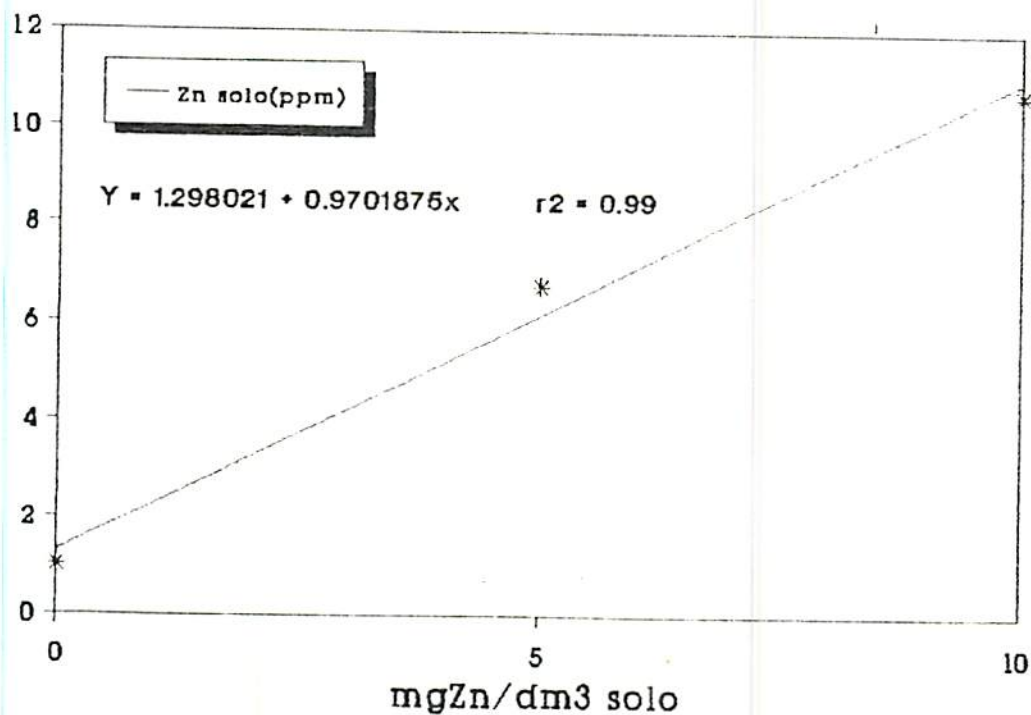


FIGURA 2A: Níveis iniciais de Zn no solo em função das doses de Zn aplicadas.
*Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

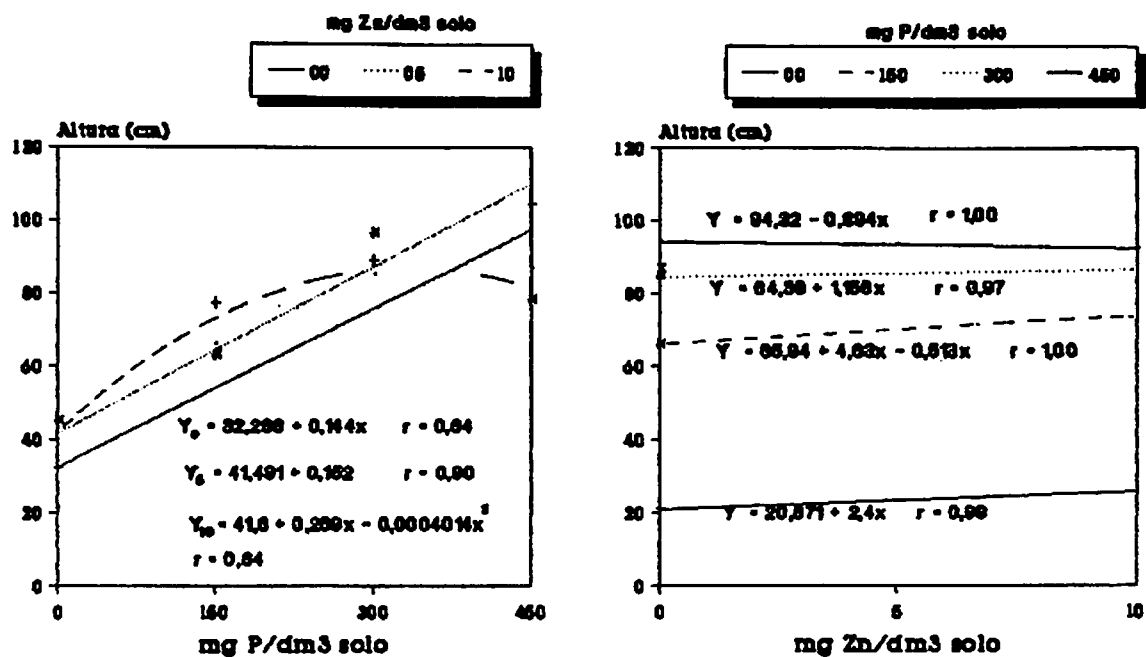


FIGURA 3A: Efeito da interação P x Zn sobre a altura das plantas (10 meses após transplantio).
 *Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

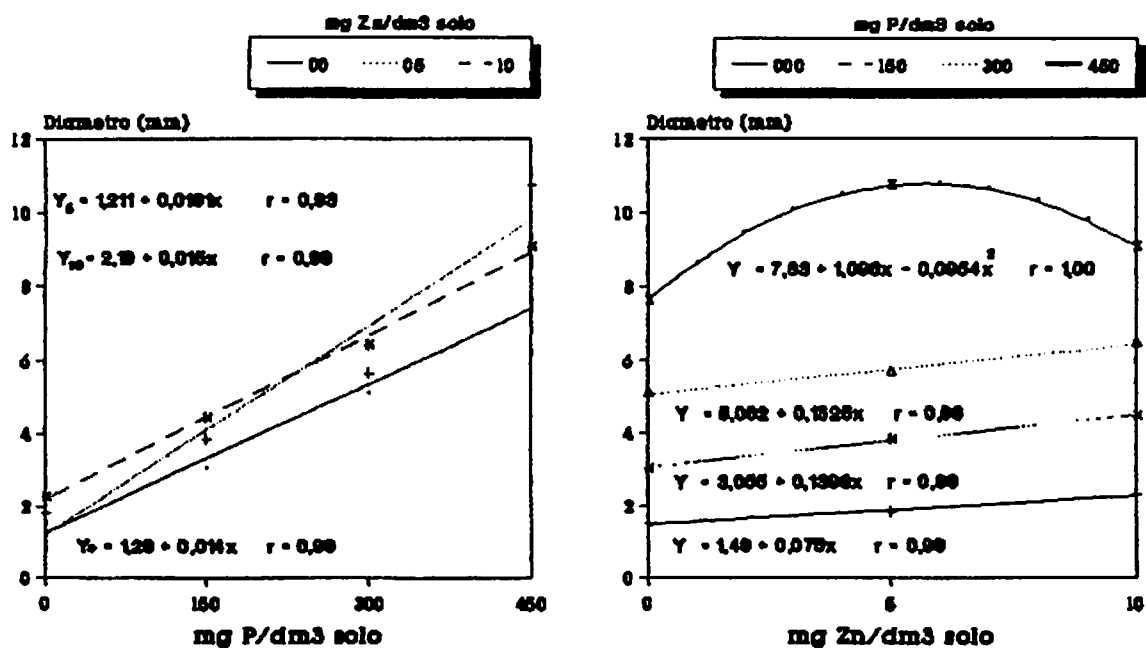


FIGURA 4A: Efeito da interação P x Zn sobre o diâmetro das plantas (10 meses após transplantio).
 *Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

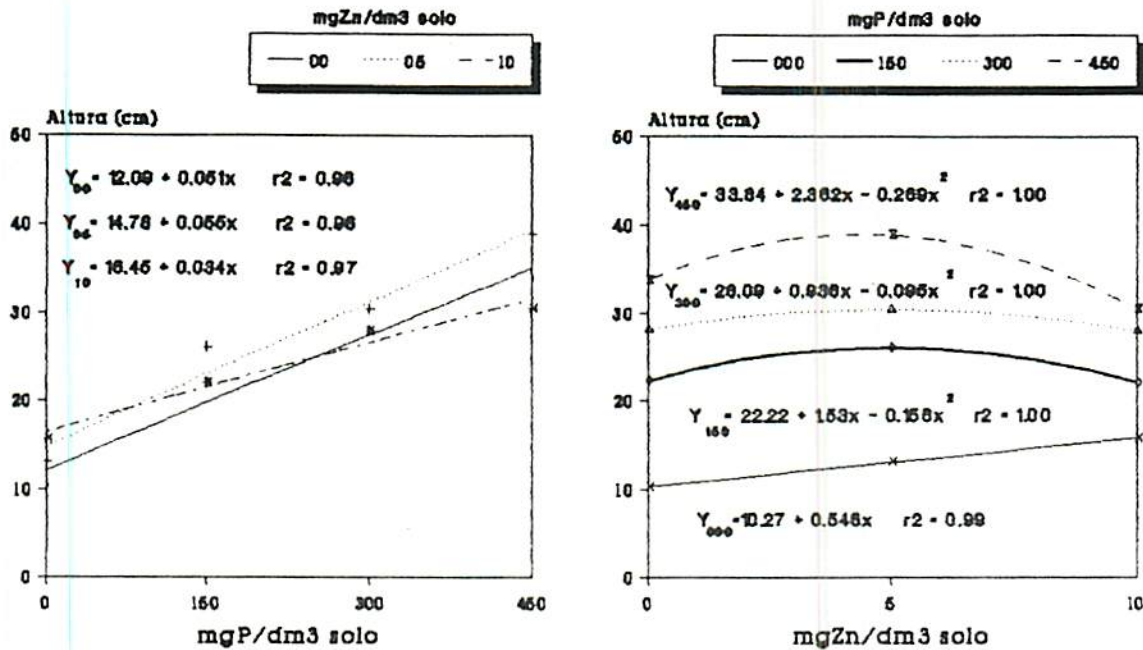


FIGURA 5A: Efeito da interação P x Zn sobre a altura das plantas (03 meses após transplântio).
 *Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

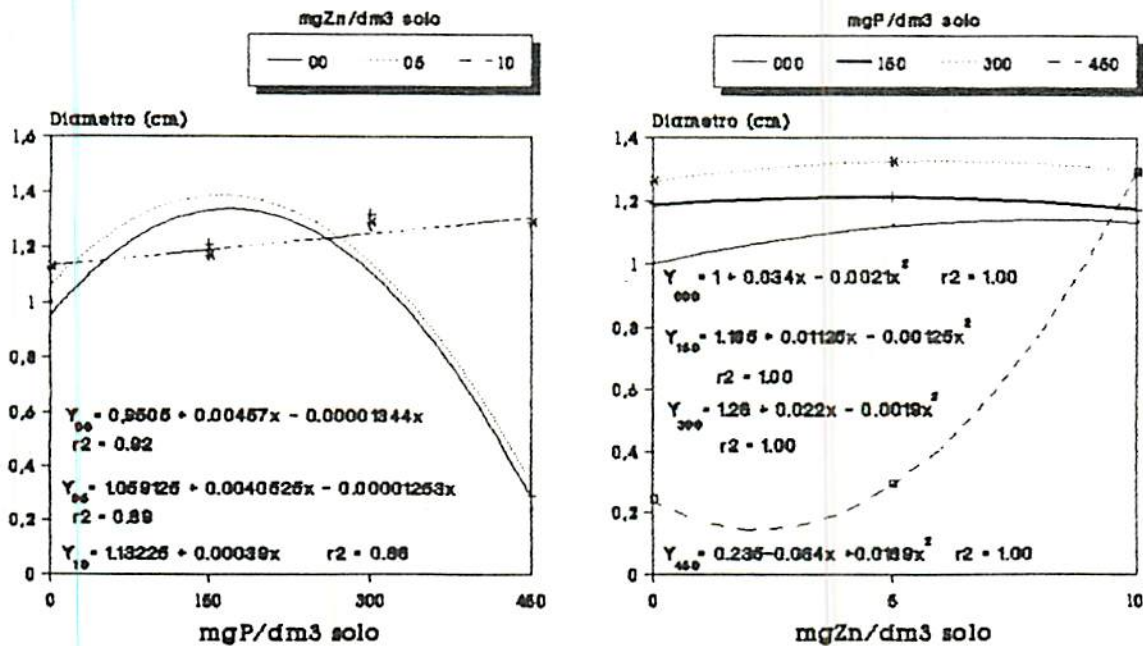


FIGURA 6A: Efeito da interação P x Zn sobre o diâmetro das plantas (03 meses após transplântio).
 *Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

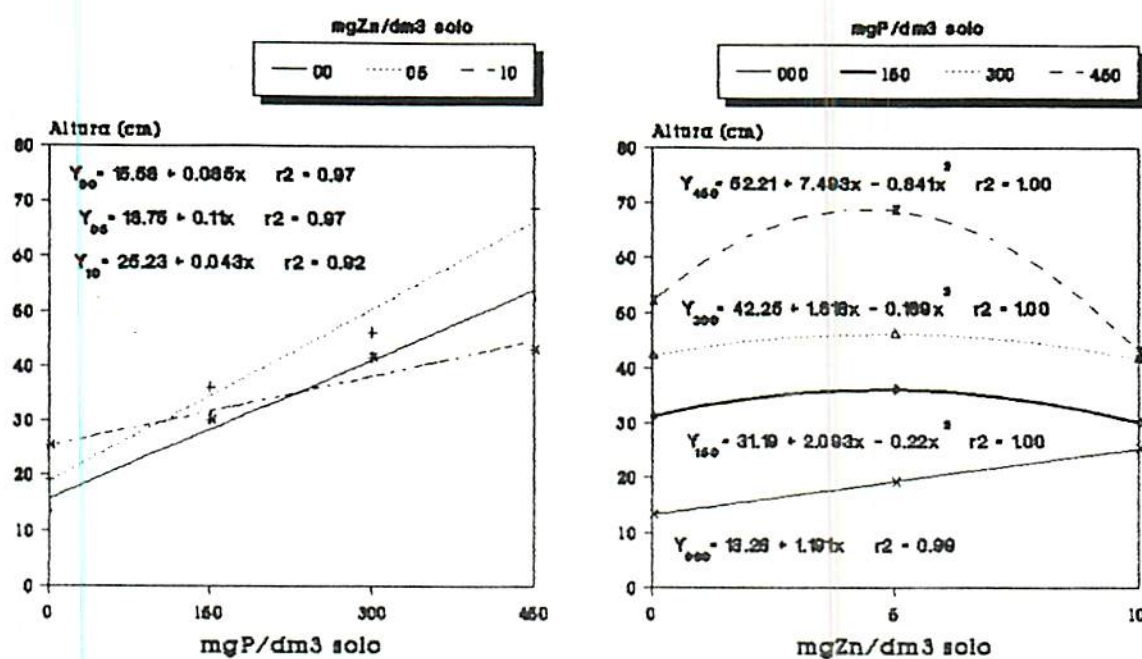


FIGURA 7A: Efeito da interação P x Zn sobre a altura das plantas (06 meses após transplântio).
 *Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

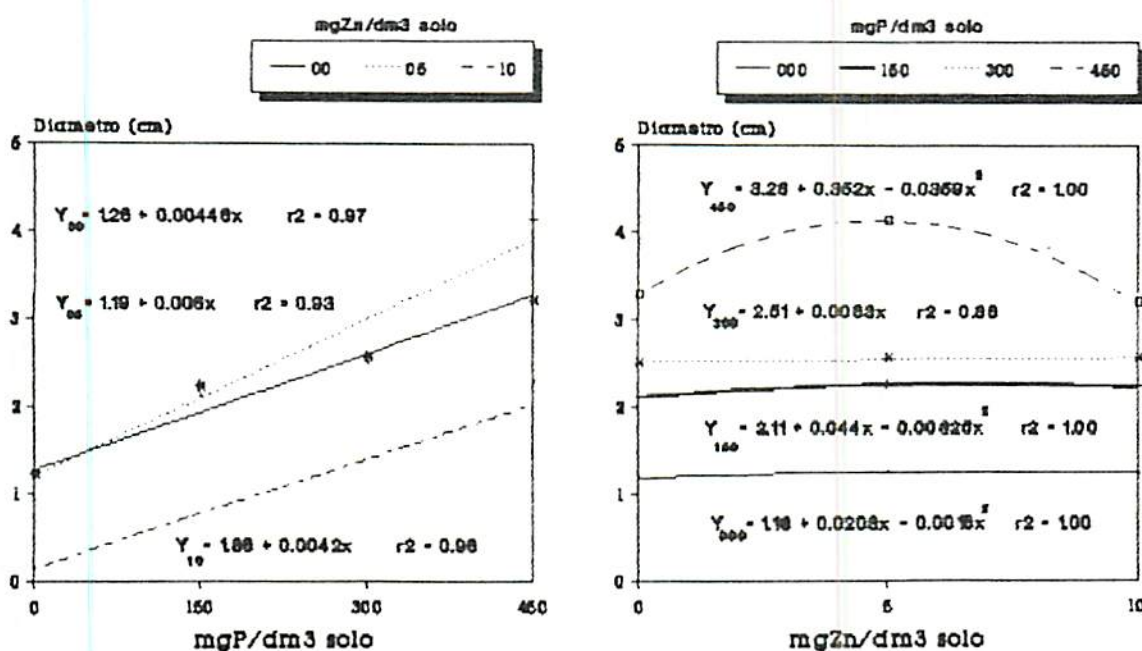


FIGURA 8A: Efeito da interação P x Zn sobre o diâmetro das plantas (06 meses após transplântio).
 *Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

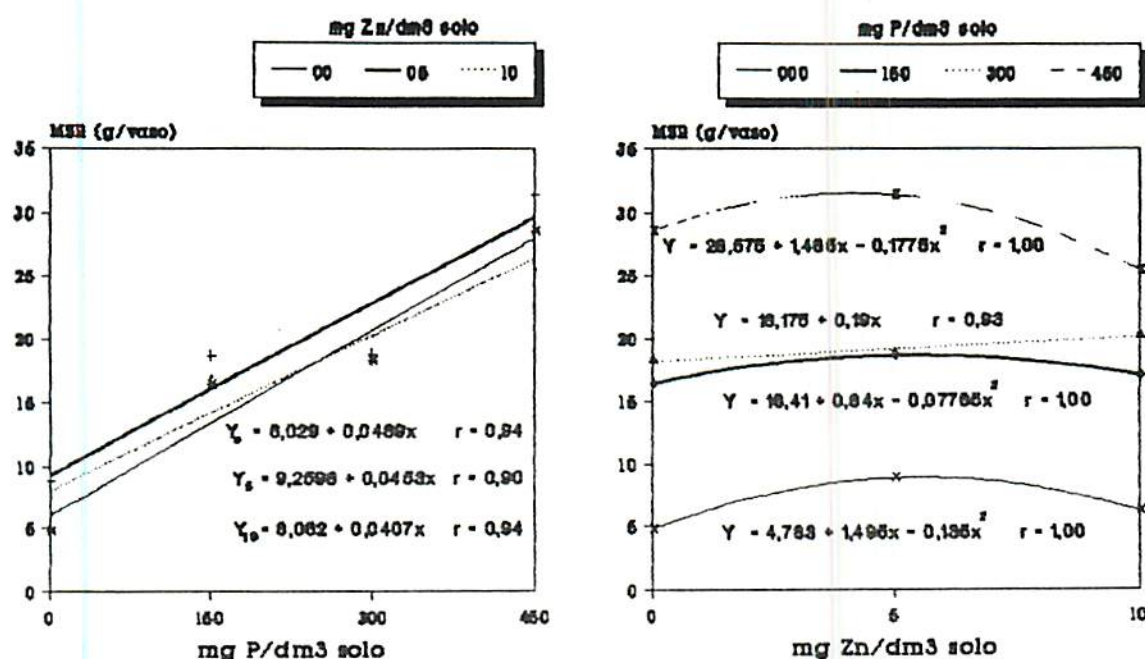


FIGURA 9A: Efeito da interação P x Zn sobre a matéria seca de raiz (MSR) das plantas.
*Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

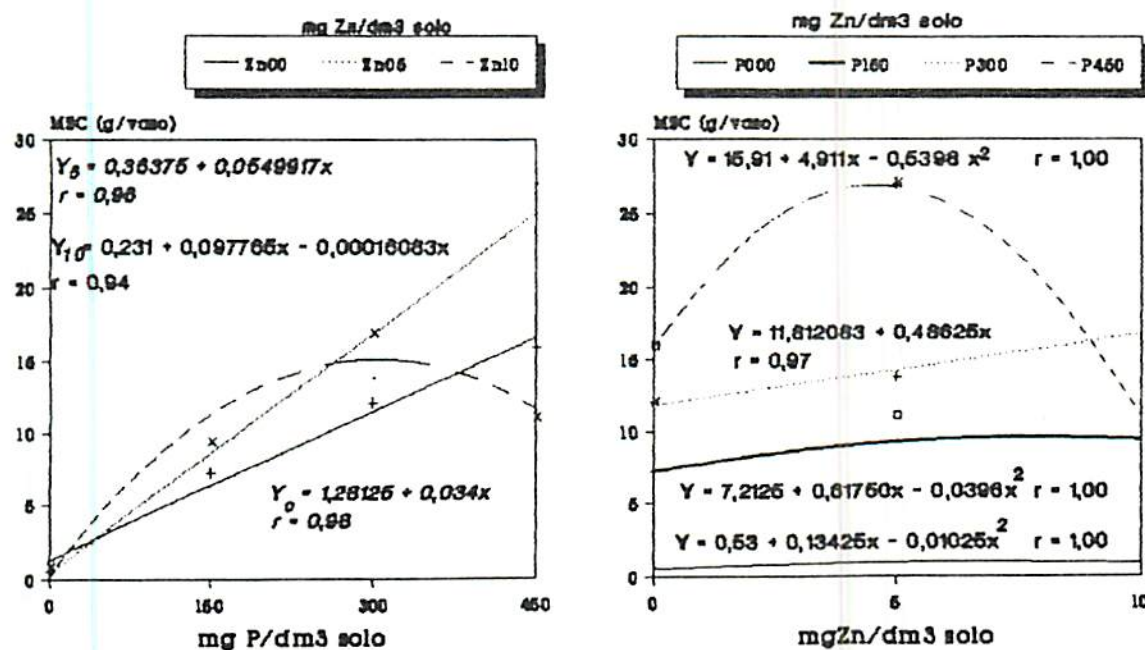


FIGURA 10A: Efeito da interação P x Zn sobre a matéria seca de caule (MSC) das plantas.
*Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

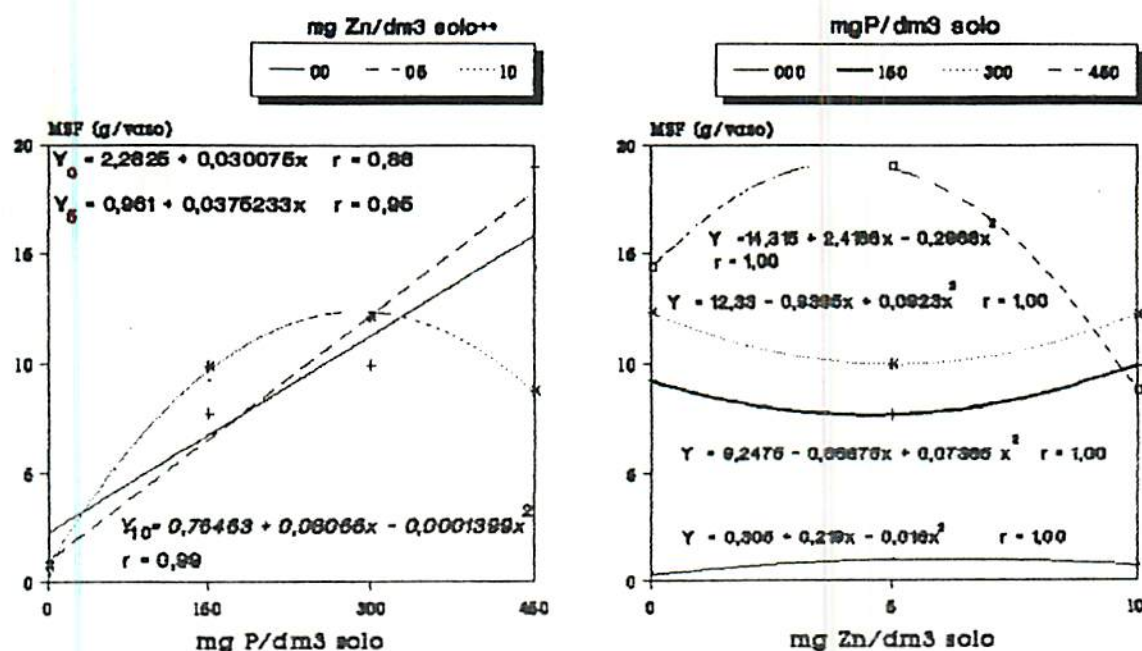


FIGURA 11A: Efeito da interação P x Zn sobre a matéria seca de folha (MSF) das plantas.
 *Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

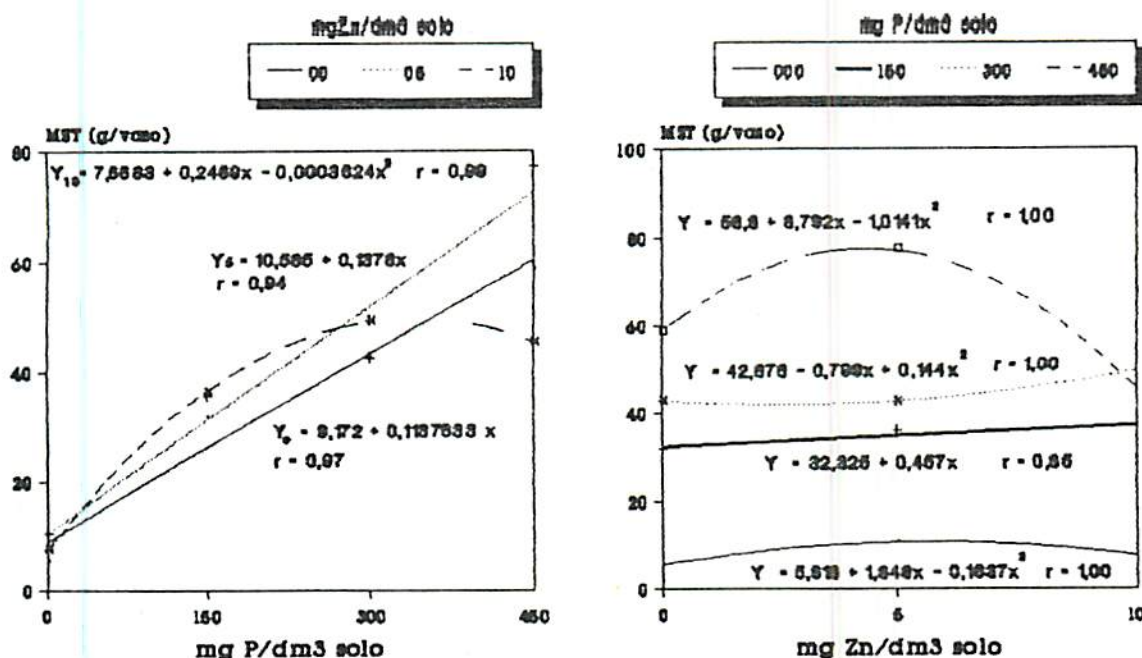


FIGURA 12A: Efeito da interação P x Zn sobre a matéria seca total das plantas.
 * Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

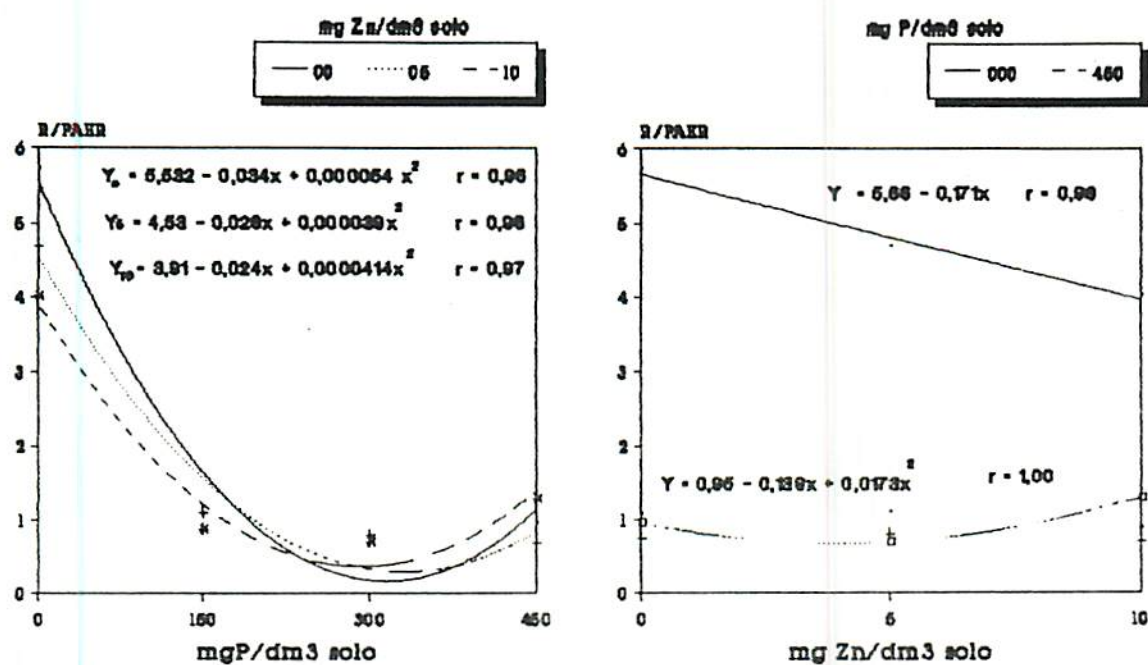


FIGURA 13A: Efeito da interação P x Zn sobre a relação raiz/parte aérea das plantas.
 *Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

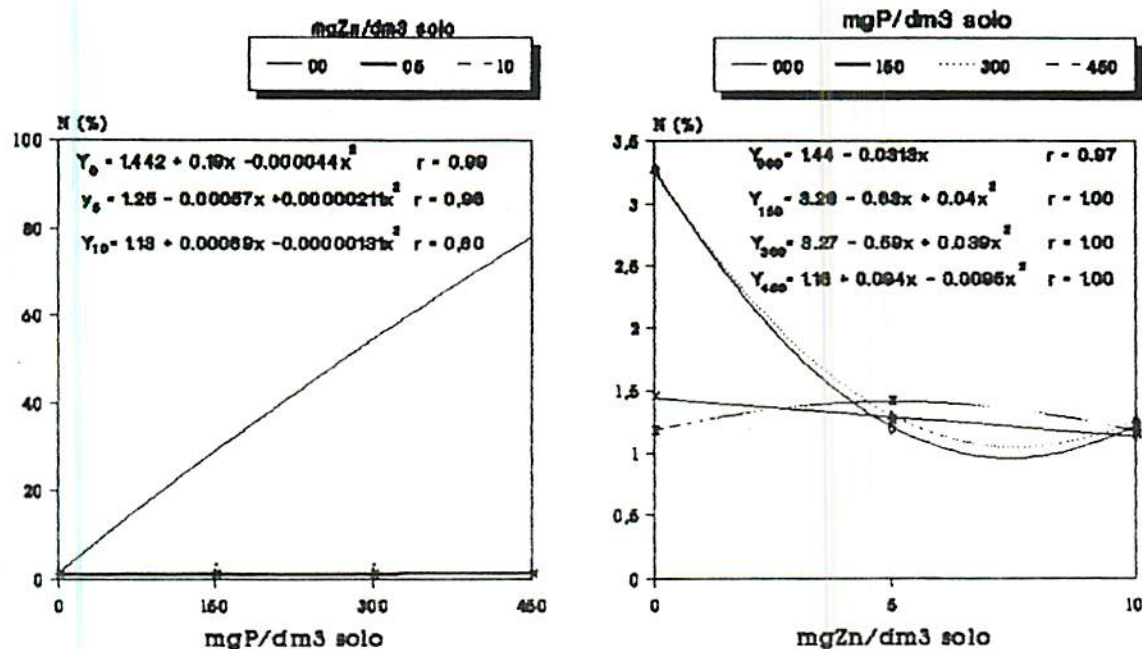


FIGURA 14A: Efeito da interação P x Zn sobre os teores de N no caule.

* Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

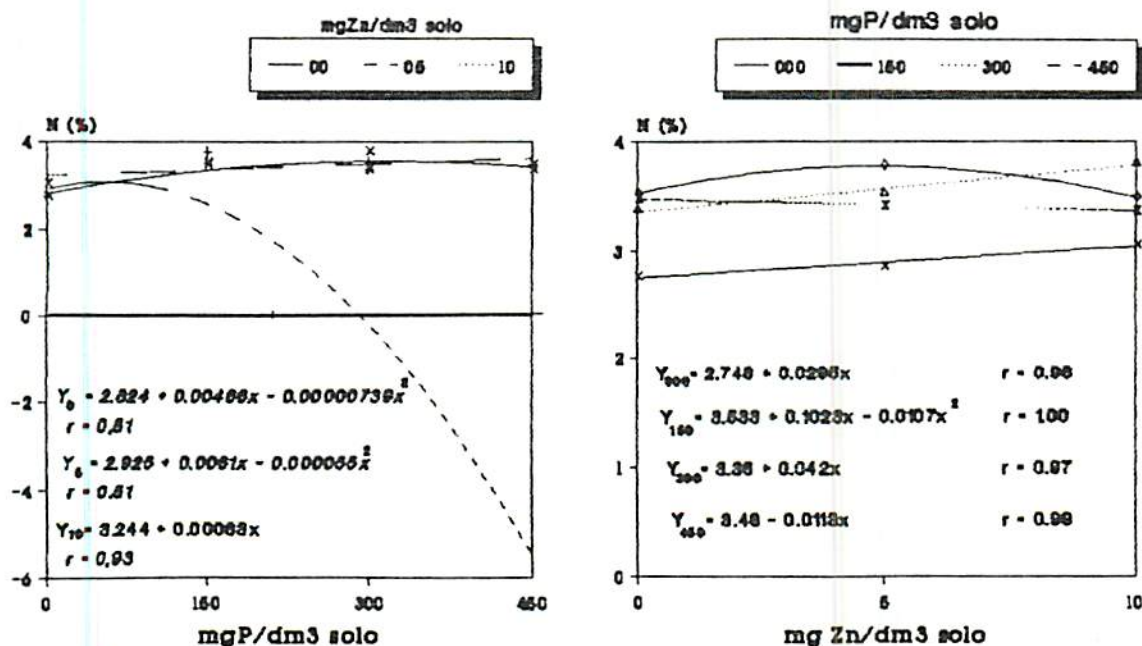


FIGURA 15A: Efeito da interação P x Zn sobre os teores de N na folha.

* Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

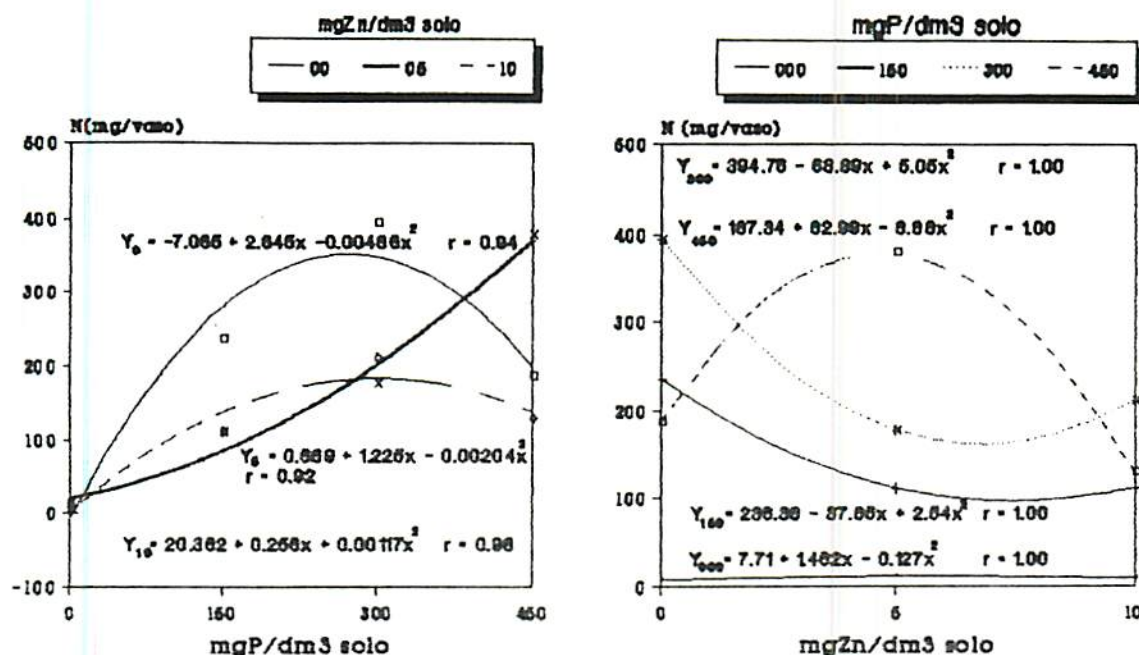


FIGURA 16A: Efeito da interação P x Zn sobre as quantidades acumuladas de N no caule.
*Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

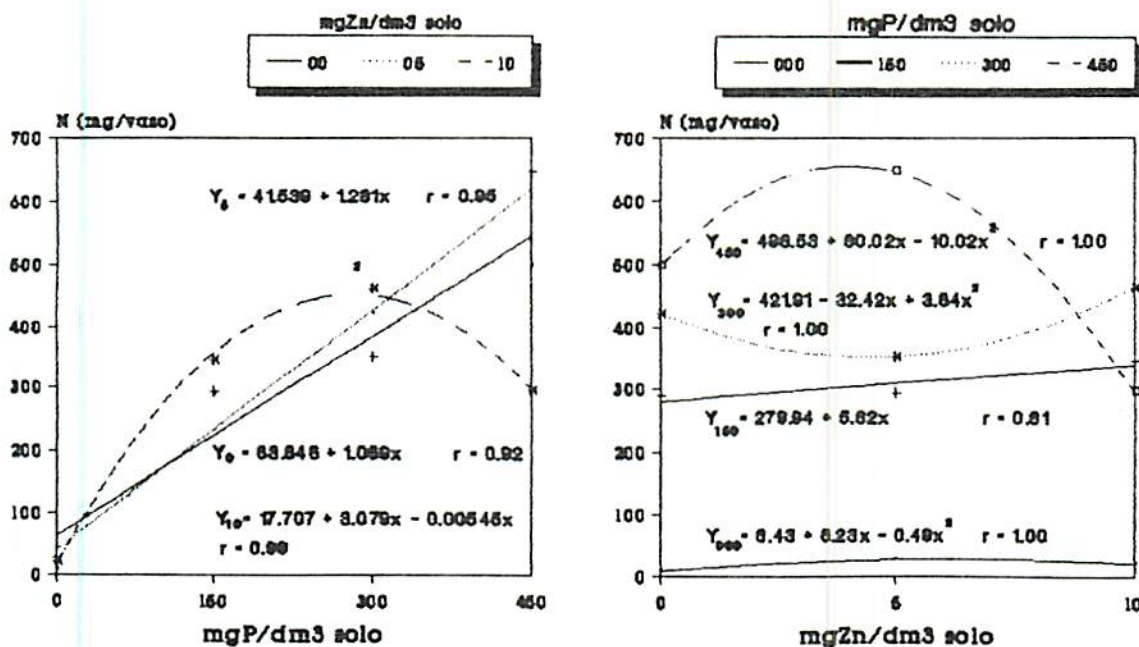


FIGURA 17A: Efeito da interação P x Zn sobre as quantidades acumuladas de N na folha.
*Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

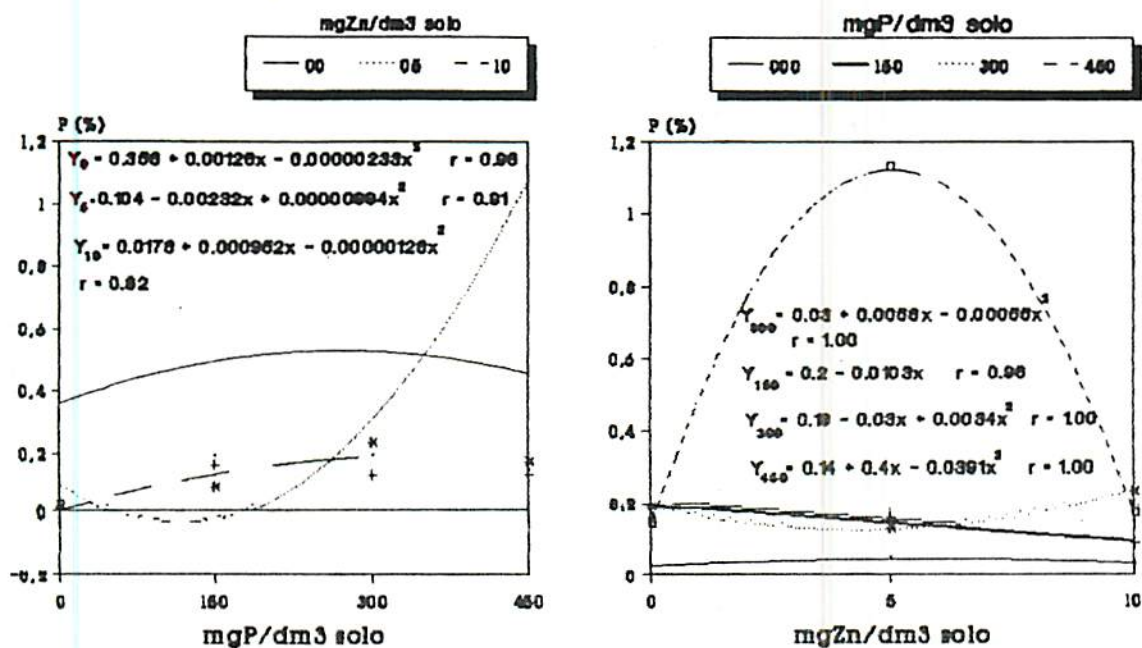


FIGURA 18A: Efeito da interação P x Zn sobre os teores de P no caule.

*Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

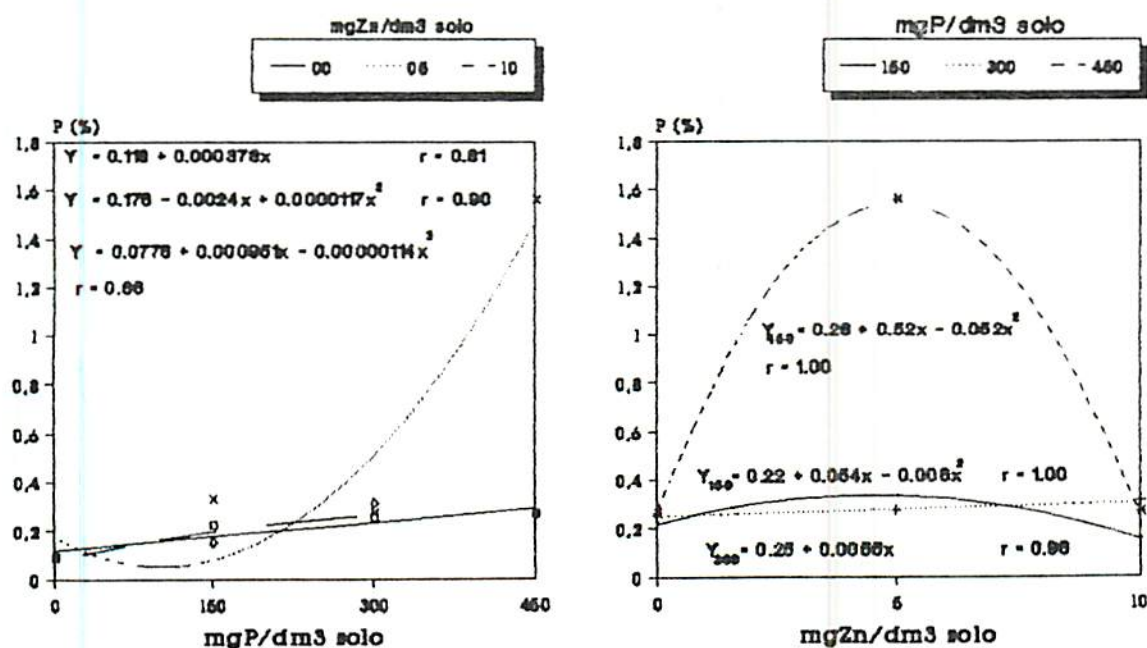


FIGURA 19A: Efeito da interação P x Zn sobre os teores de P na folha.

*Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

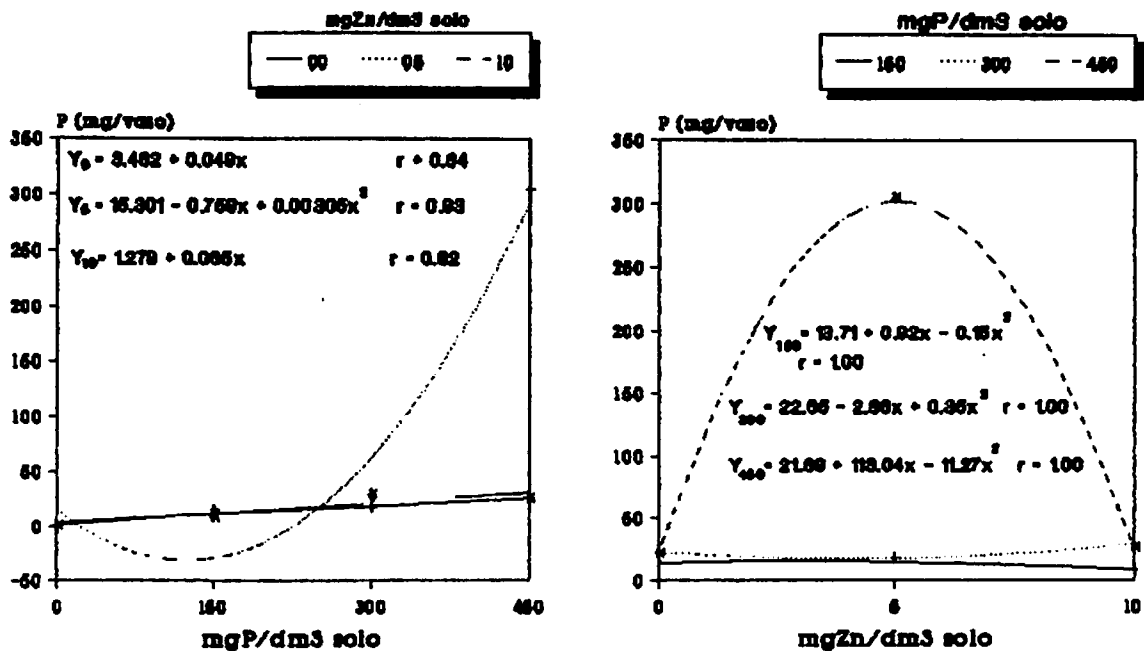


FIGURA 20A: Efeito da interação P x Zn sobre as quantidades acumuladas de P no caule.

*Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

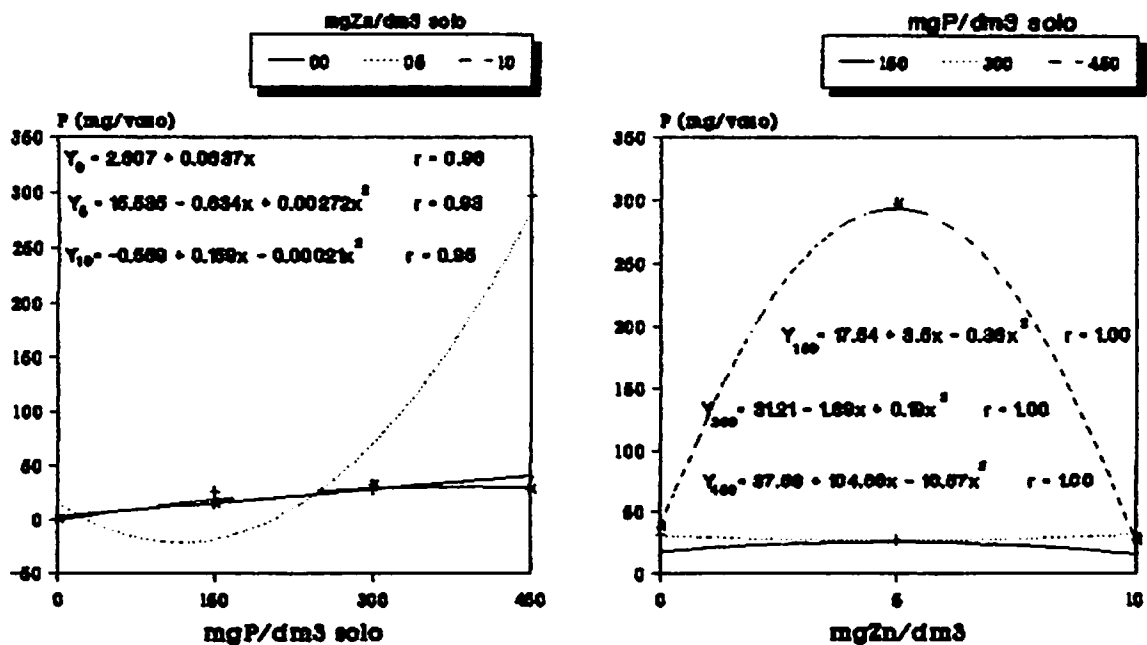


FIGURA 21A: Efeito da interação P x Zn sobre as quantidades acumuladas de P na folha.

*Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

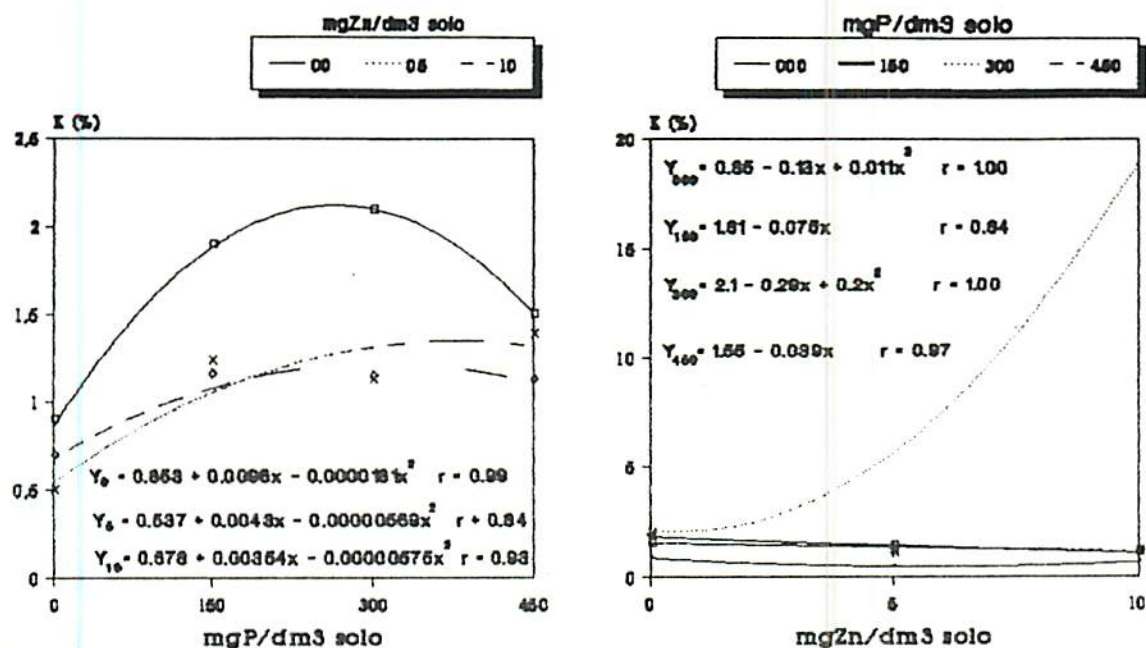


FIGURA 22A: Efeito da interação P x Zn sobre os teores de K no caule.
*Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

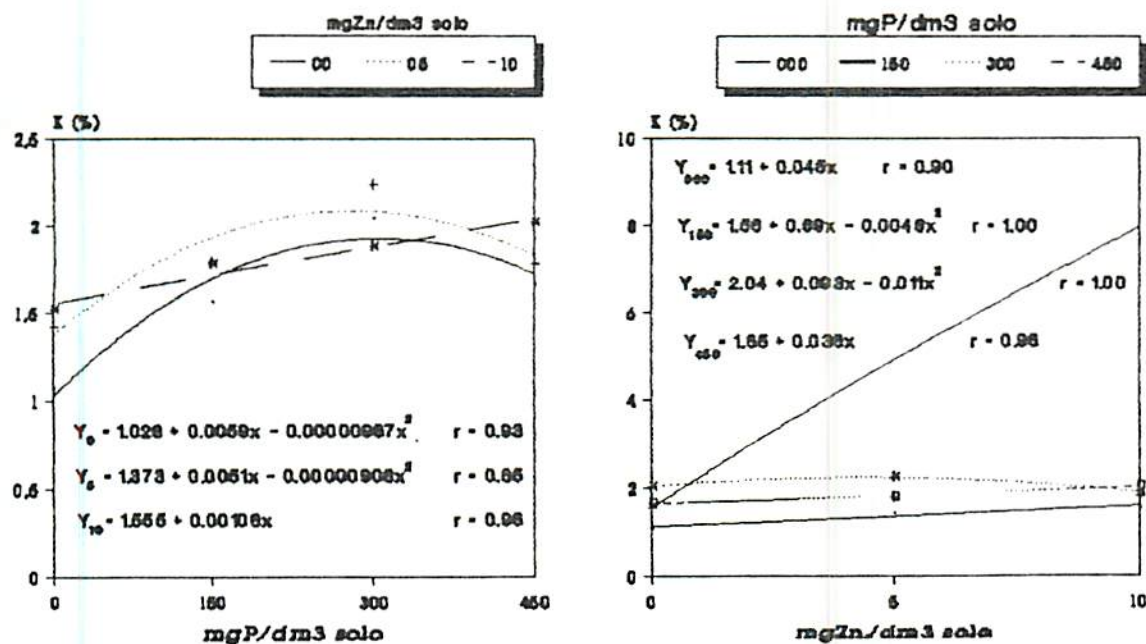


FIGURA 23A: Efeito da interação P x Zn sobre os teores de K na folha.
*Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

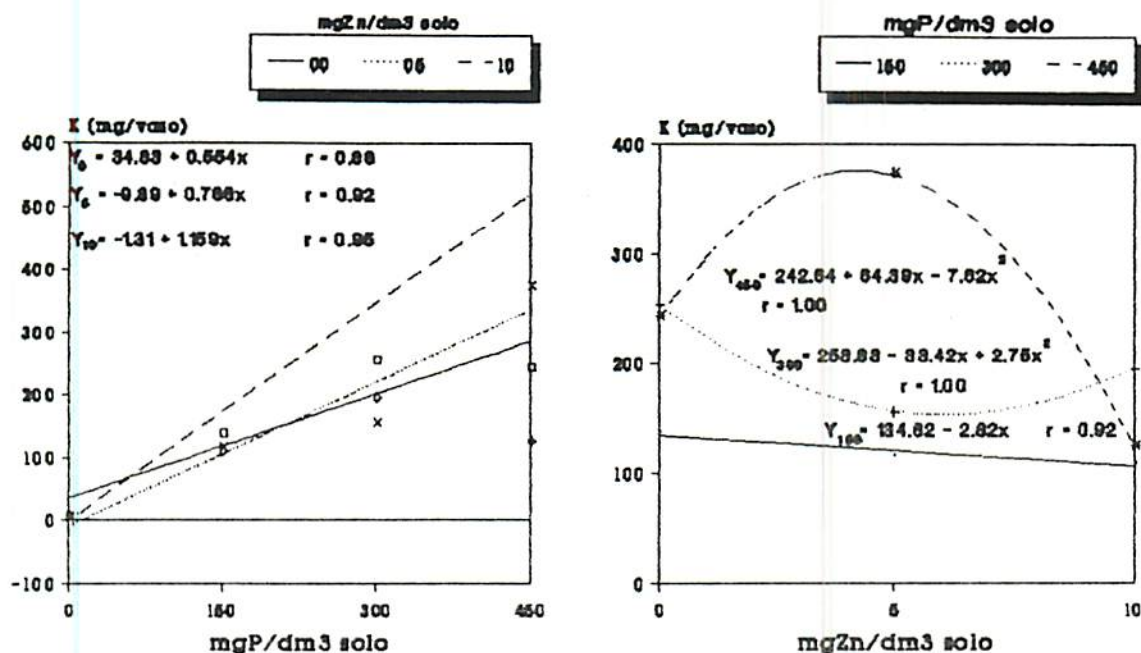


FIGURA 24A: Efeito da interação P x Zn sobre a quantidade acumulada de K no caule.
*Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

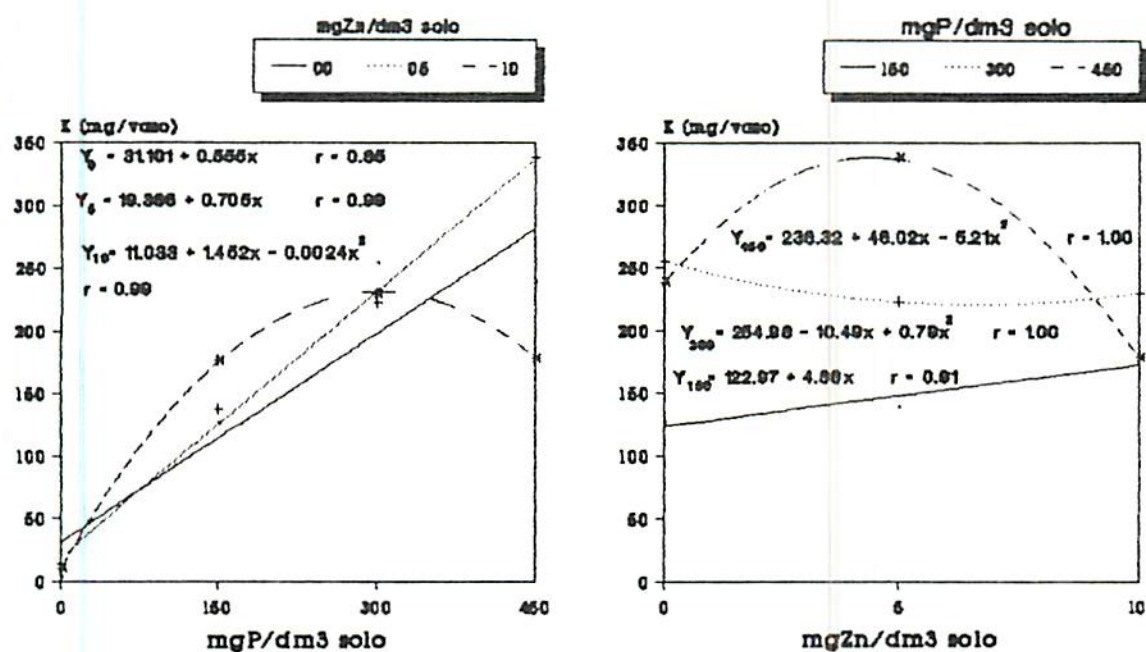


FIGURA 25A: Efeito da interação P x Zn sobre a quantidade acumulada de K na folha.
*Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

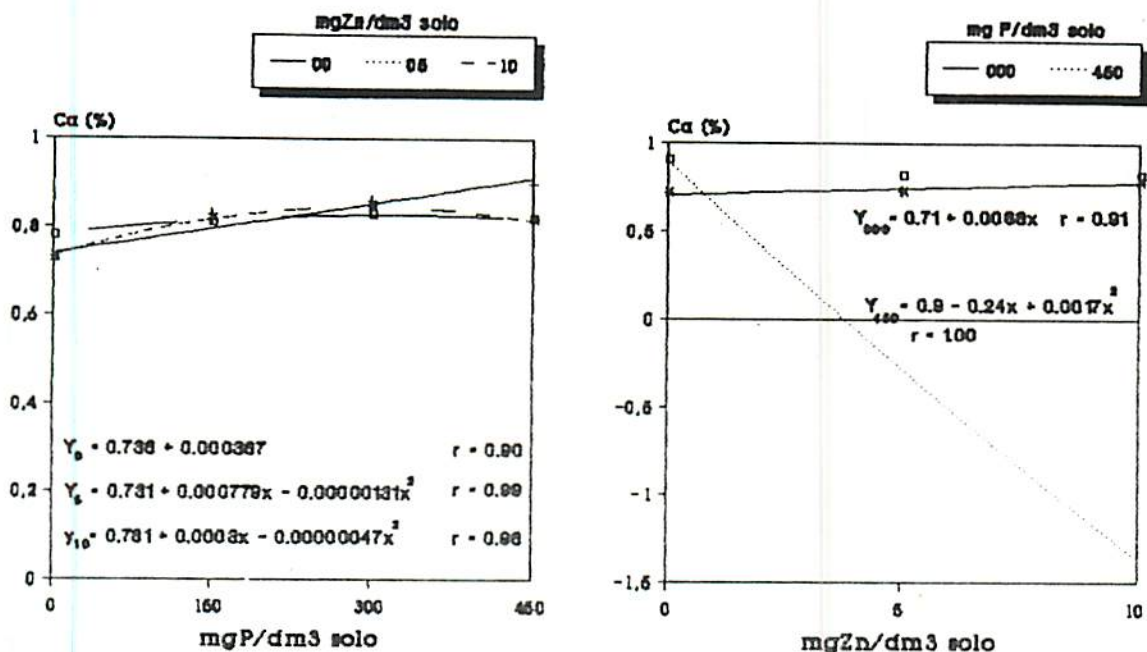


FIGURA 26A: Efeito da interação P x Zn sobre os teores de Ca no caule.
 *Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

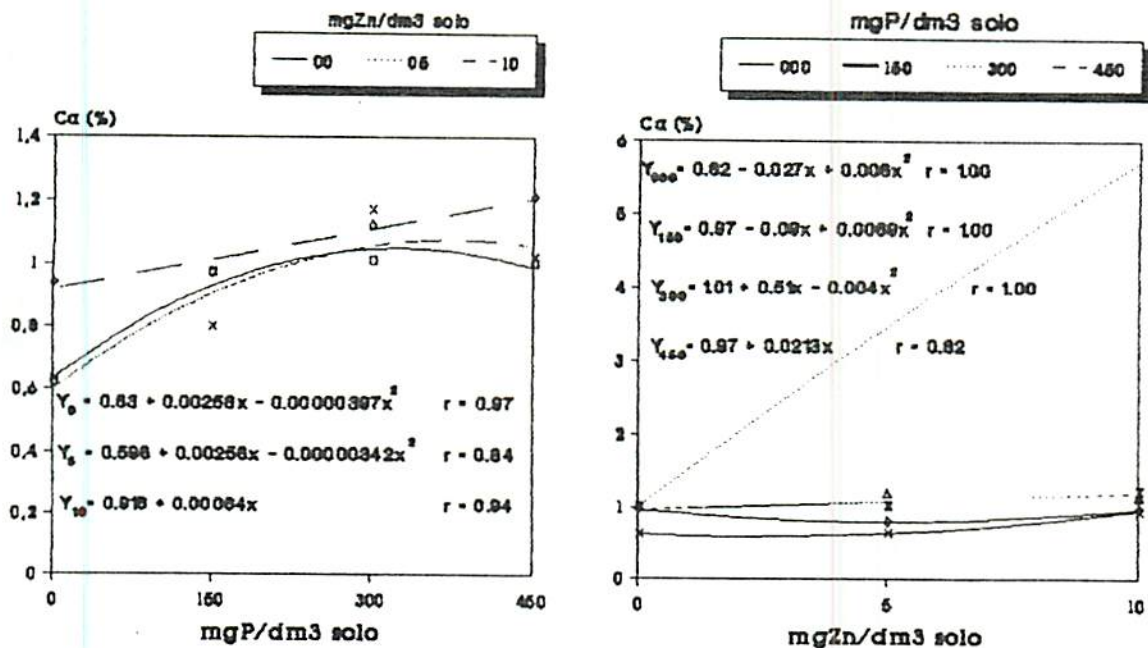


FIGURA 27A: Efeito da interação P x Zn sobre os teores de Ca na folha.
 *Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

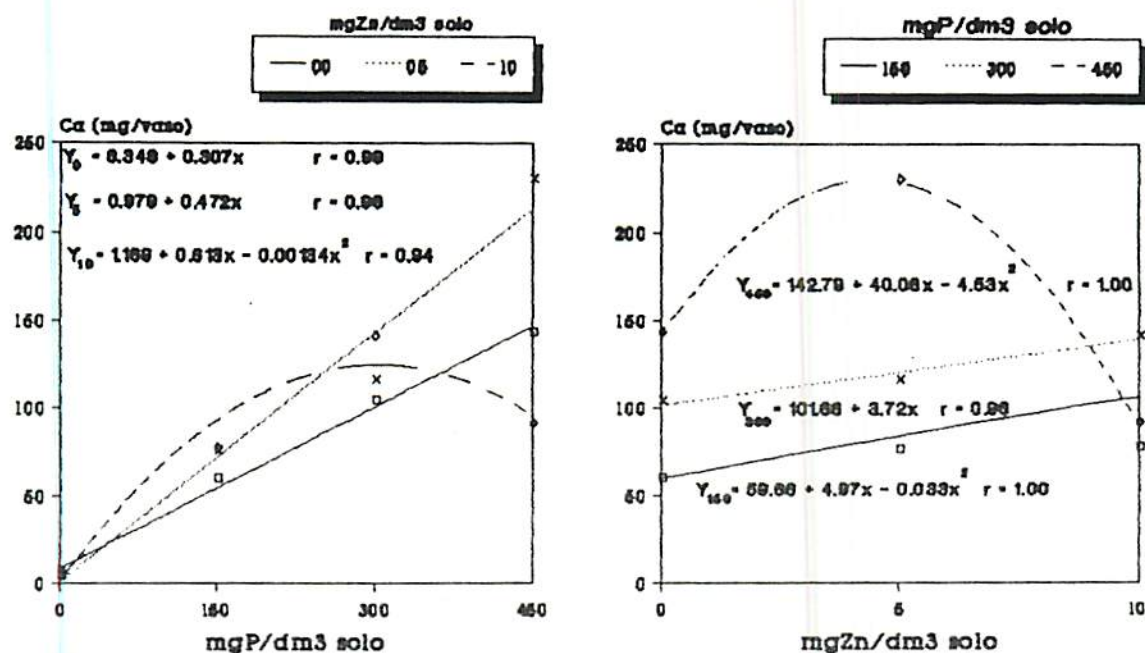


FIGURA 28A: Efeito da interação P x Zn sobre as quantidades acumuladas de Ca no caule.
 *Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

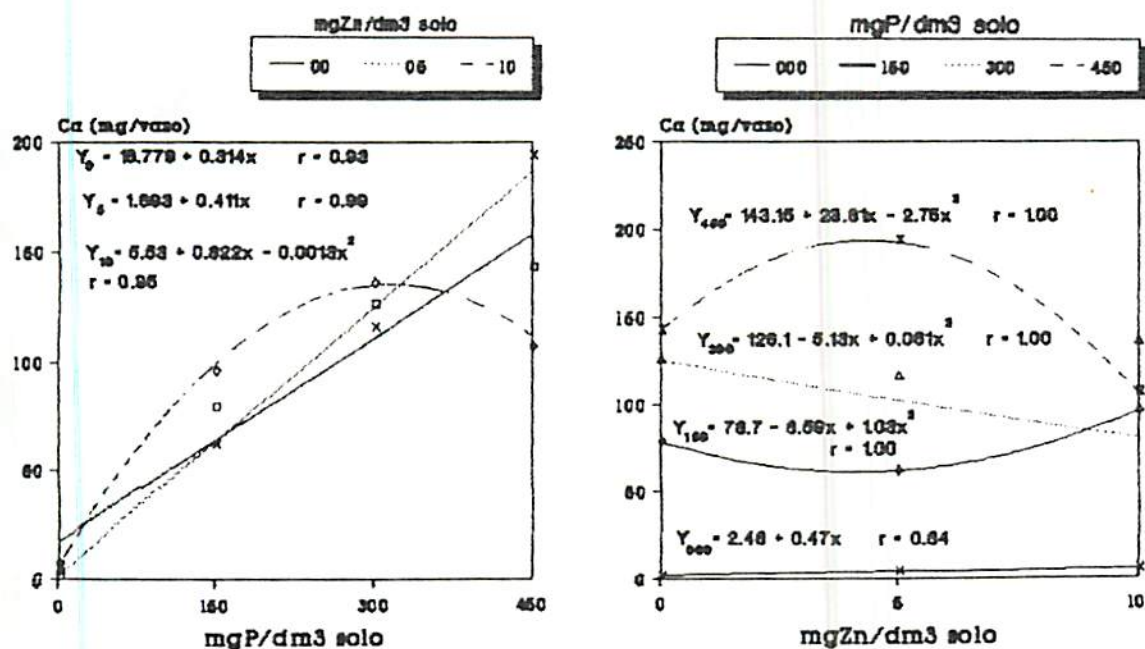


FIGURA 29A: Efeito da interação P x Zn sobre as quantidades acumuladas de Ca na folha.
 *Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

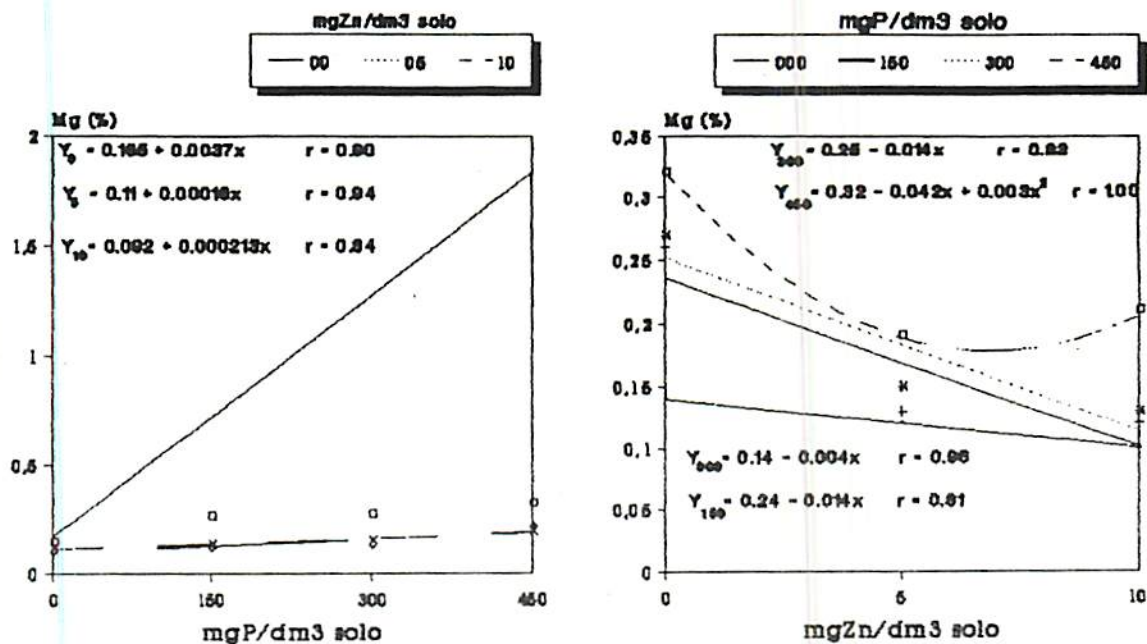


FIGURA 30A: Efeito da interação P x Zn sobre os teores de Mg no caule.

*Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

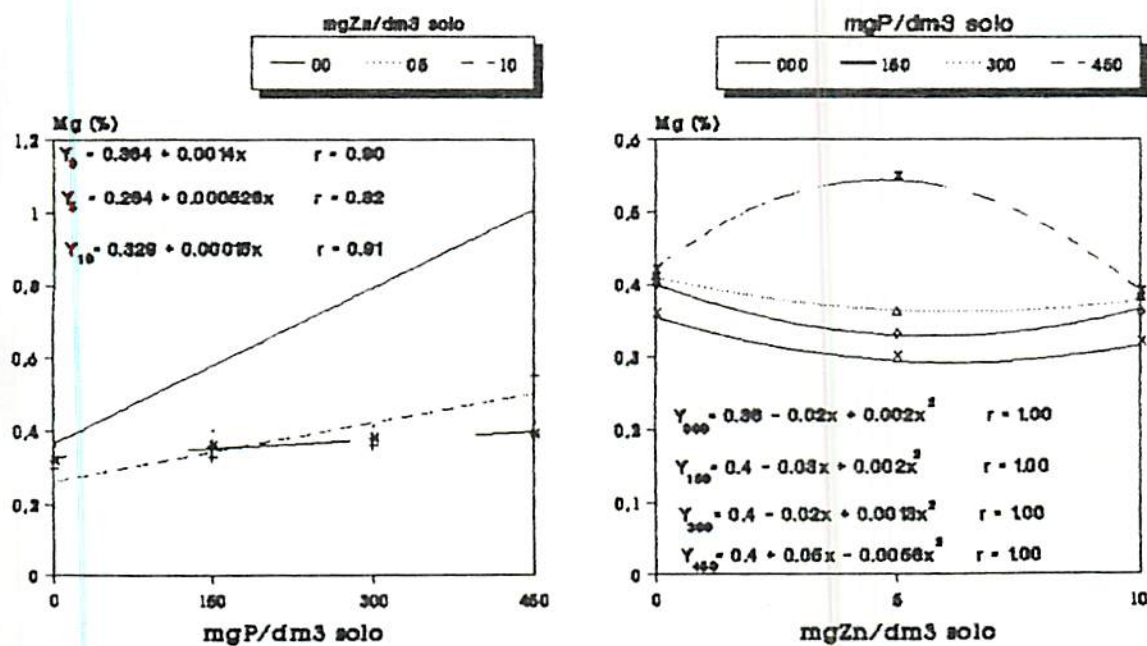


FIGURA 31: Efeito da interação P x Zn sobre os teores de Mg na folha.

*Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

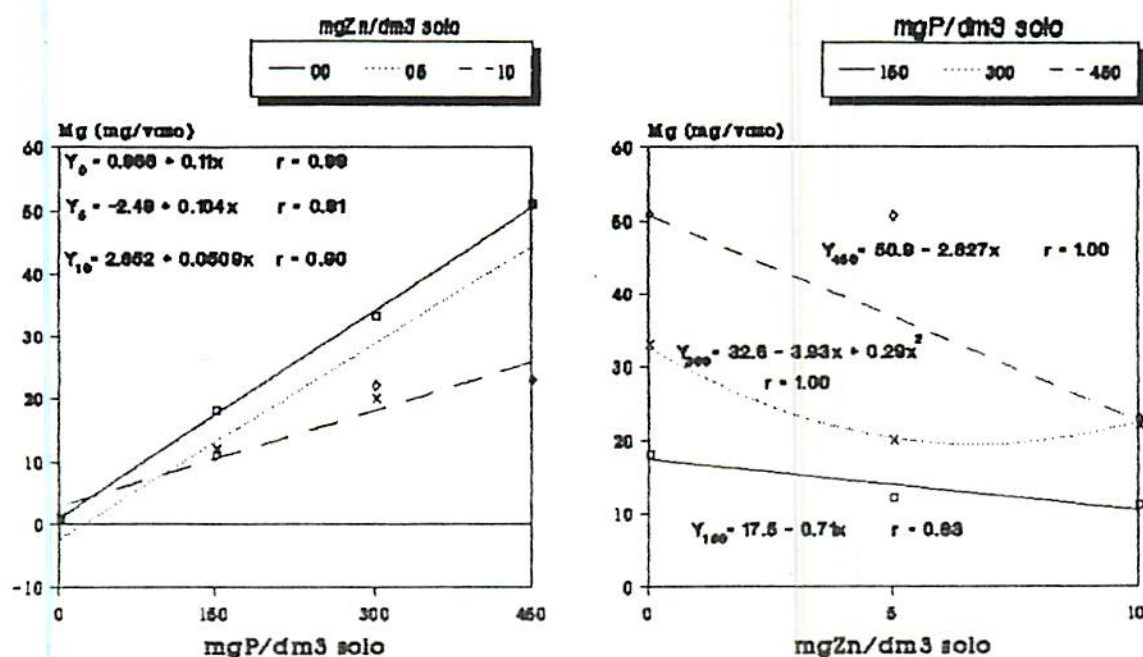


FIGURA 32A: Efeito da interação P x Zn sobre as quantidades acumuladas de Mg no caule.
*Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

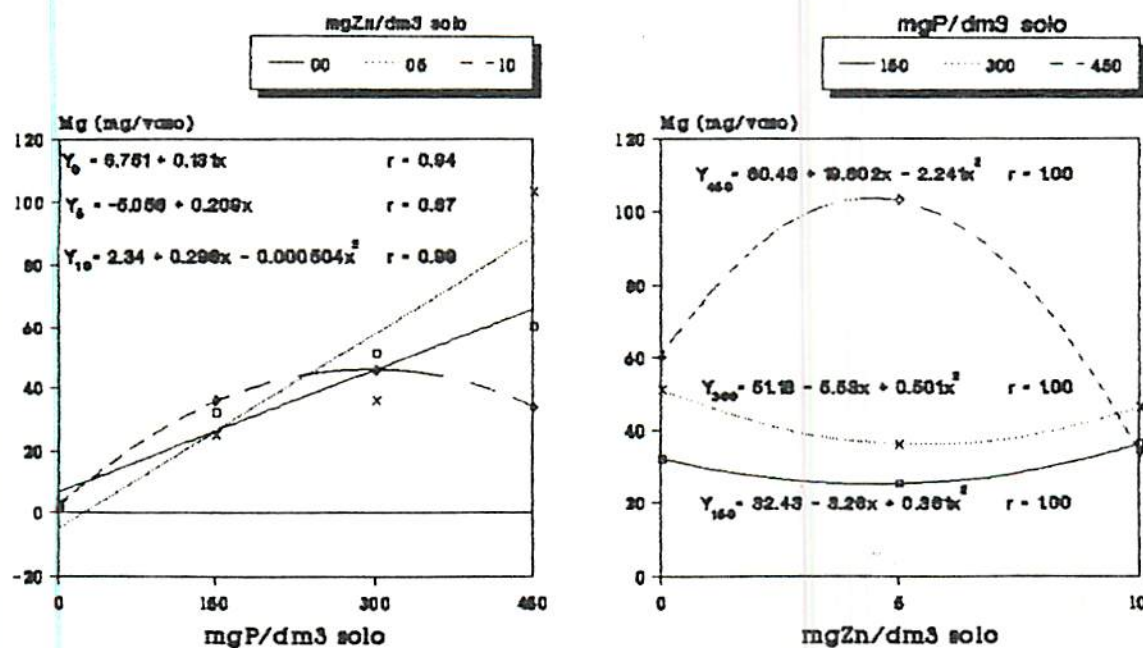


FIGURA 33A: Efeito da interação P x Zn sobre as quantidades acumuladas de Mg na folha.
*Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

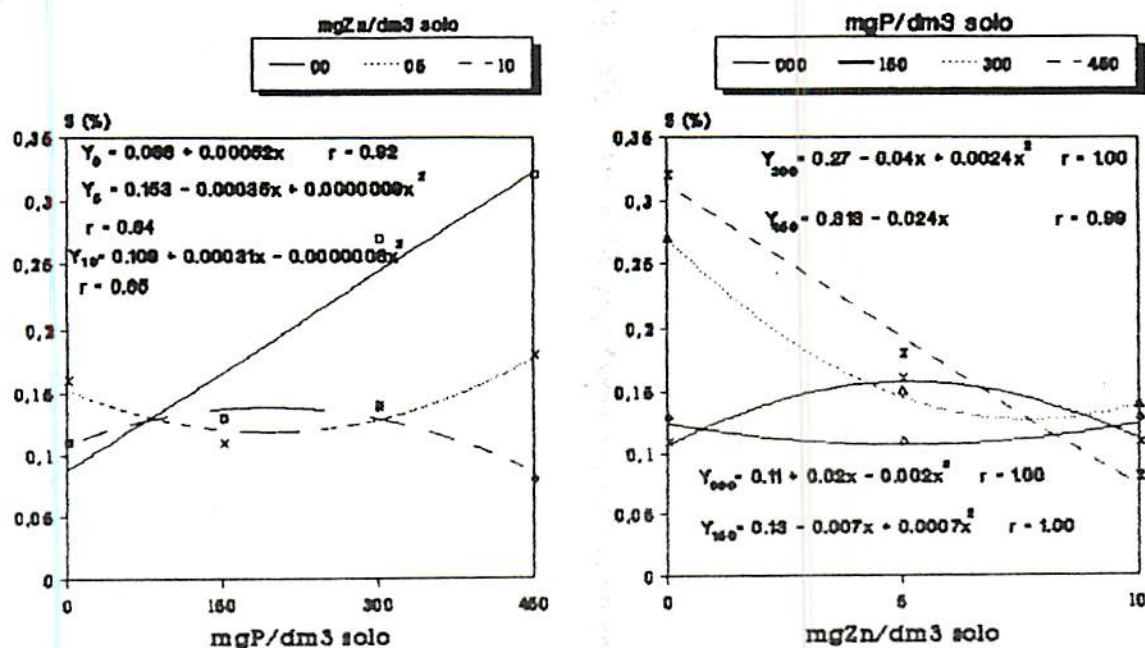


FIGURA 34A: Efeito da interação P x Zn sobre os teores de S no caule.

*Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

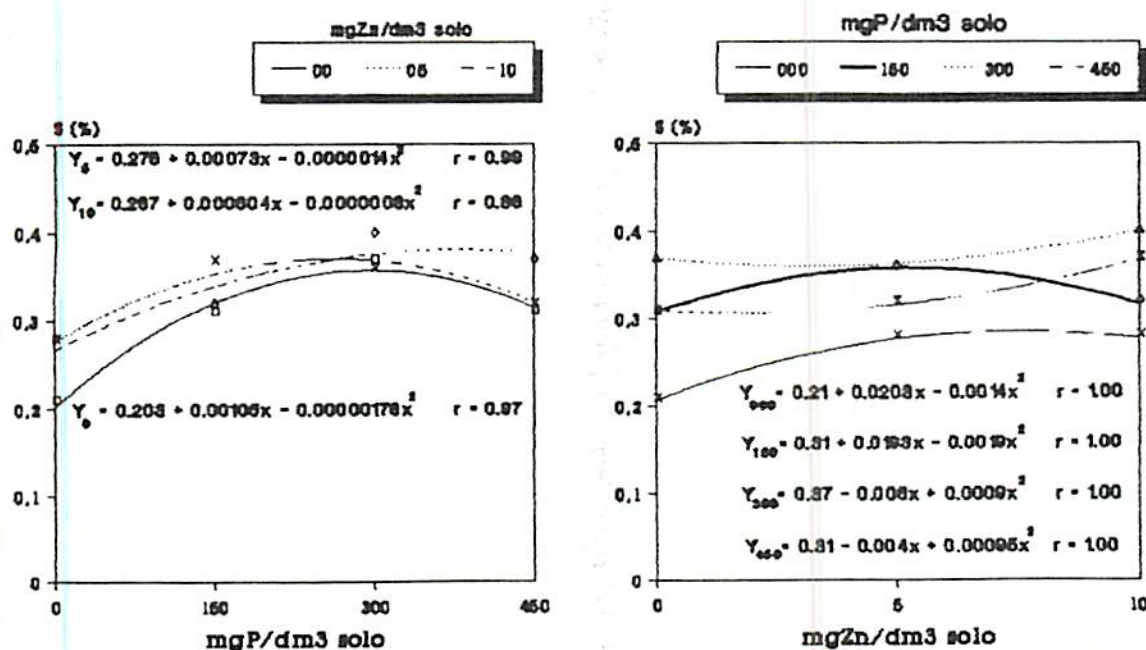


FIGURA 35A: Efeito da interação P x Zn sobre os teores de S na folha.

*Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

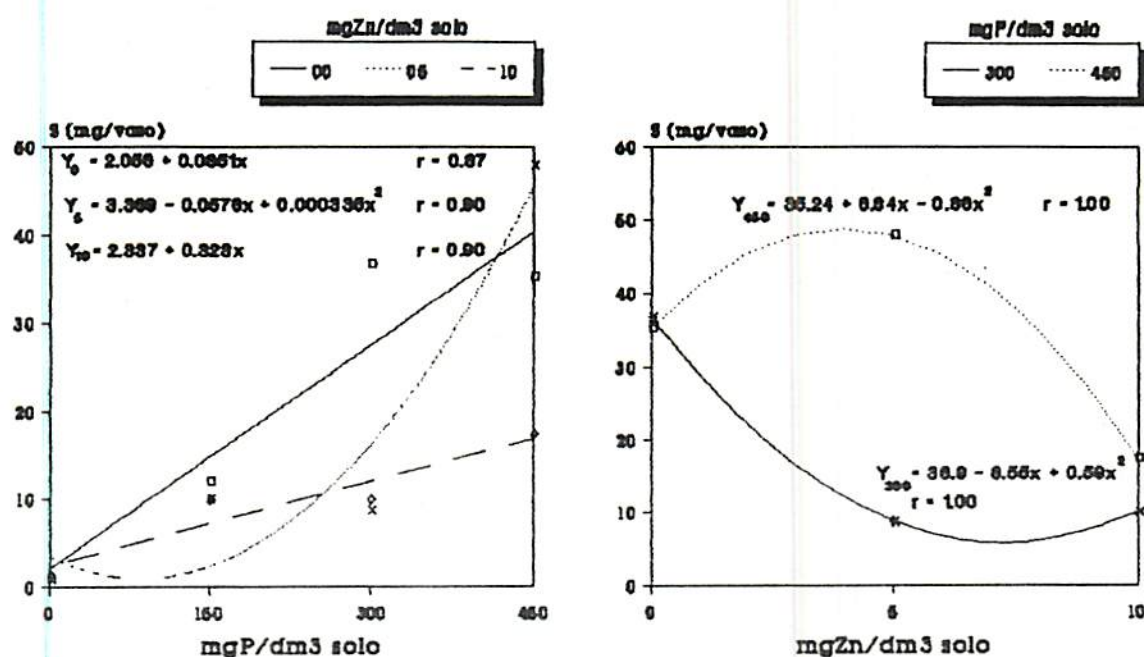


FIGURA 36A: Efeito da interação P x Zn sobre as quantidades acumuladas de S no caule.
 *Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

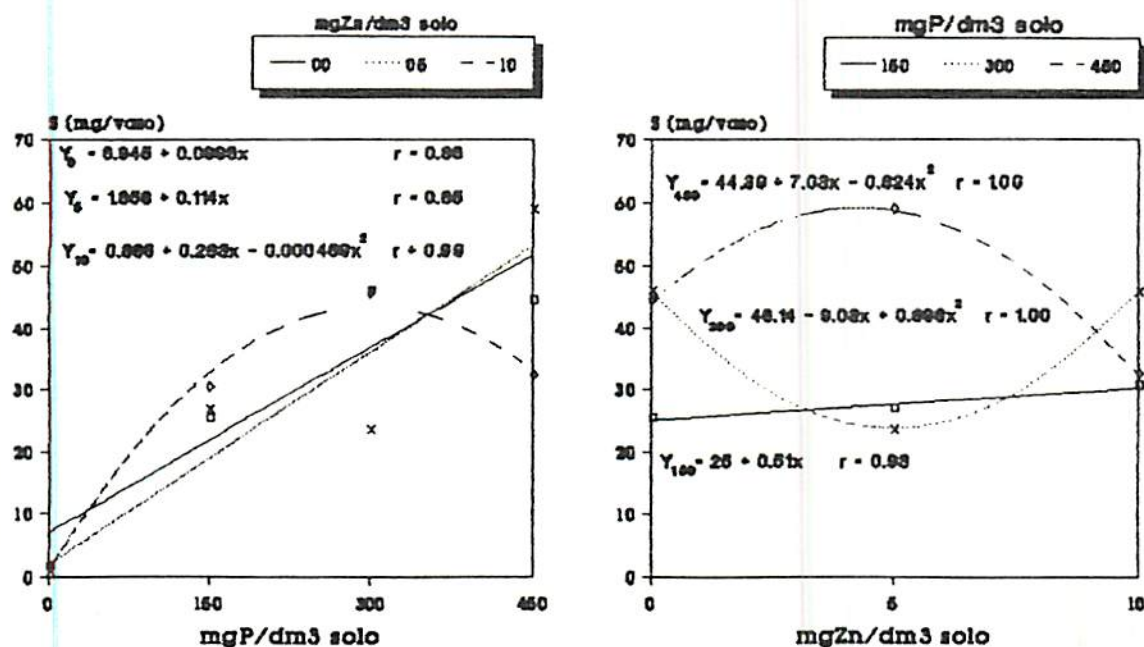


FIGURA 37A: Efeito da interação P x Zn sobre as quantidades acumuladas de S na folha.
 *Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

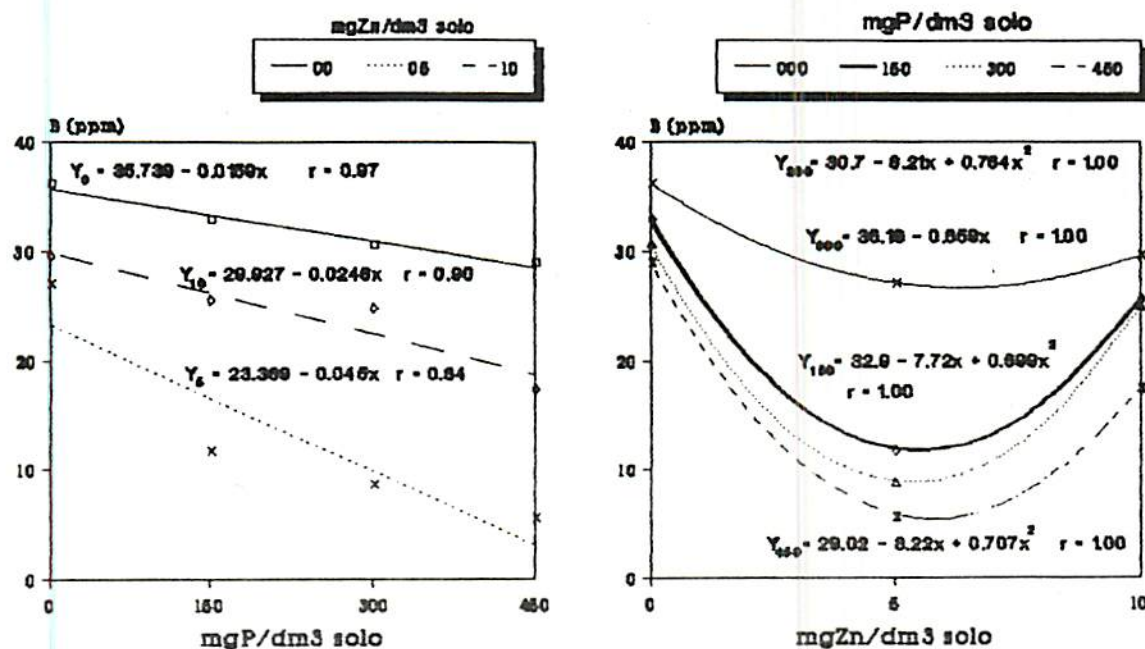


FIGURA 38A: Efeito da interação P x Zn sobre os teores de B no caule.

*Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

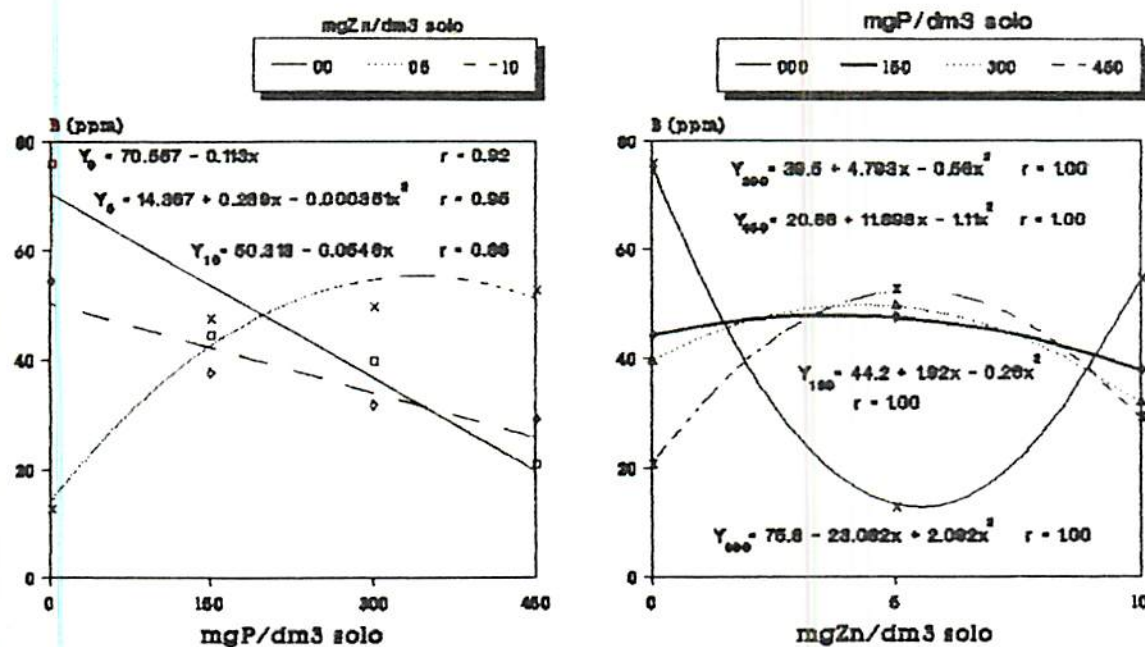
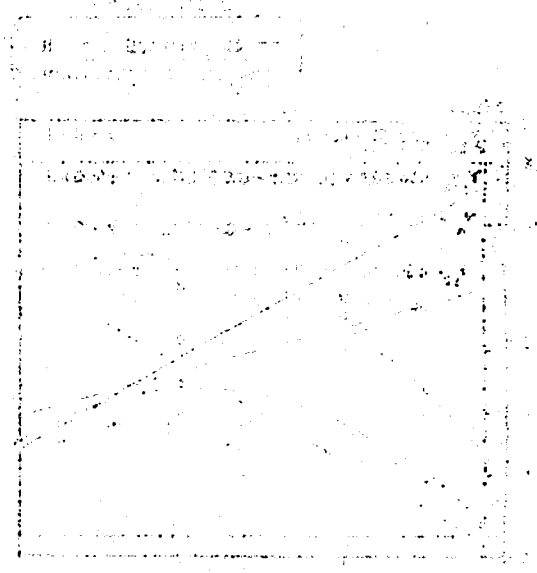
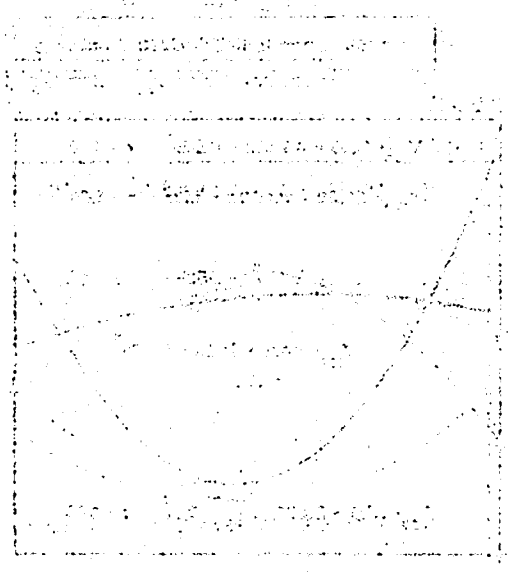


FIGURA 39A: Efeito da interação P x Zn sobre os teores de B na folha.

*Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

The following table shows the results of the experiment. The first column shows the time taken for the reaction to occur. The second column shows the volume of gas produced. The third column shows the temperature of the reaction mixture. The fourth column shows the concentration of the reactants. The fifth column shows the concentration of the products. The sixth column shows the rate of reaction. The seventh column shows the order of reaction. The eighth column shows the activation energy of the reaction.



The following table shows the results of the experiment. The first column shows the time taken for the reaction to occur. The second column shows the volume of gas produced. The third column shows the temperature of the reaction mixture. The fourth column shows the concentration of the reactants. The fifth column shows the concentration of the products. The sixth column shows the rate of reaction. The seventh column shows the order of reaction. The eighth column shows the activation energy of the reaction.

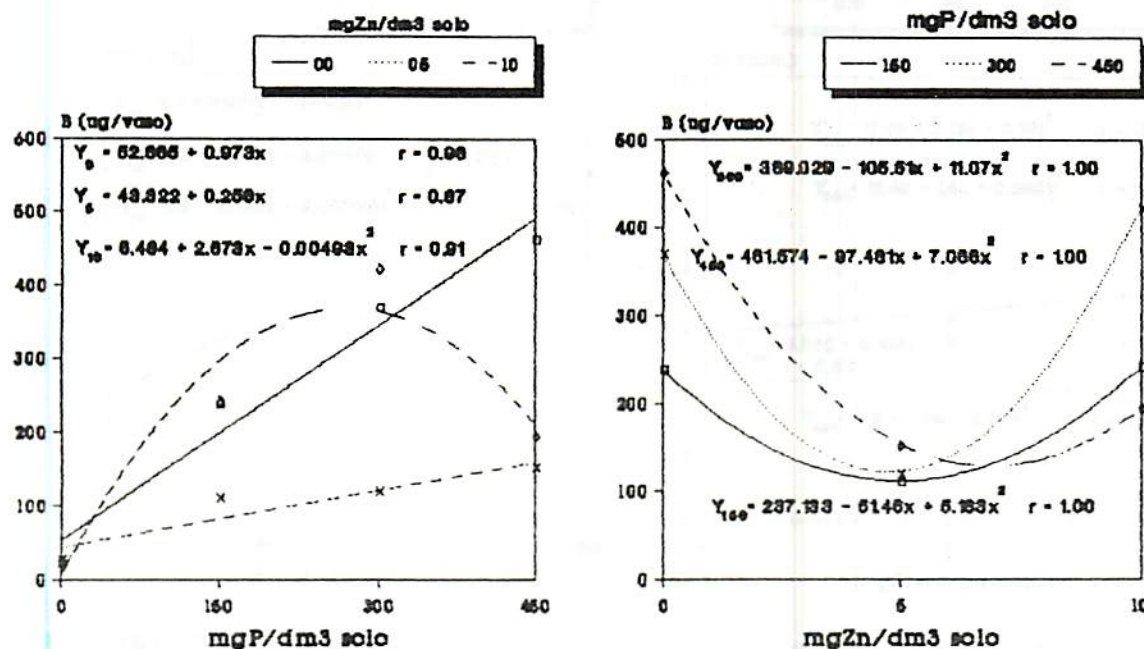


FIGURA 40A: Efeito da interação P x Zn sobre as quantidades acumuladas de B no caule.

*Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

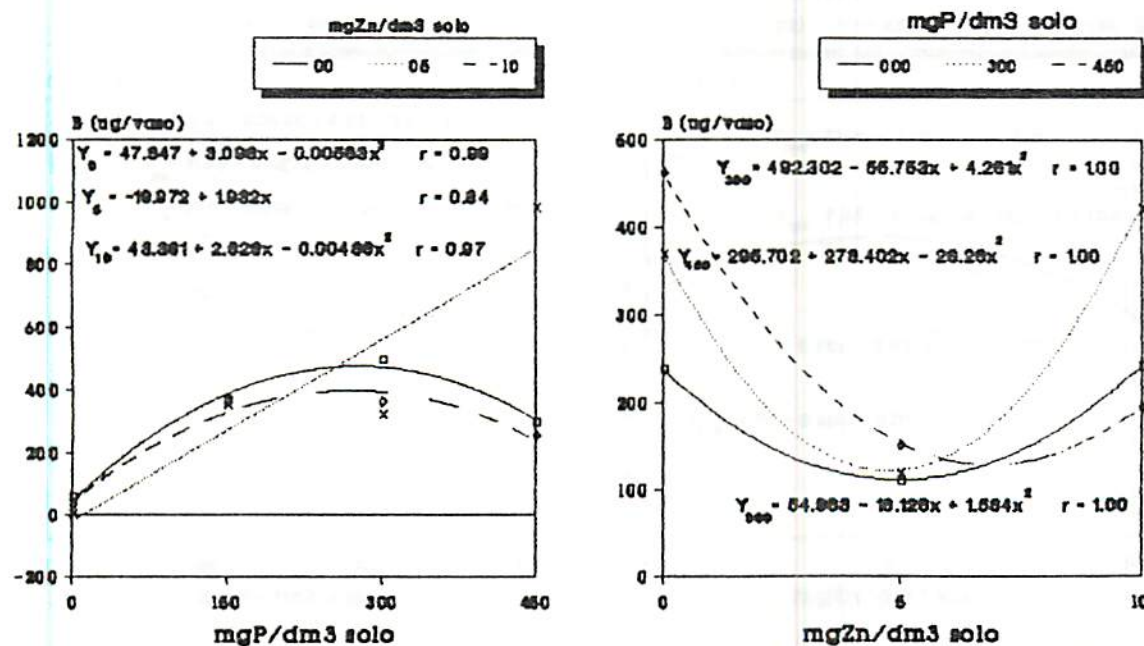


FIGURA 41A: Efeito da interação P x Zn sobre as quantidades acumuladas de B na folha.

*Significativo ao nível de 5% pelo teste F.



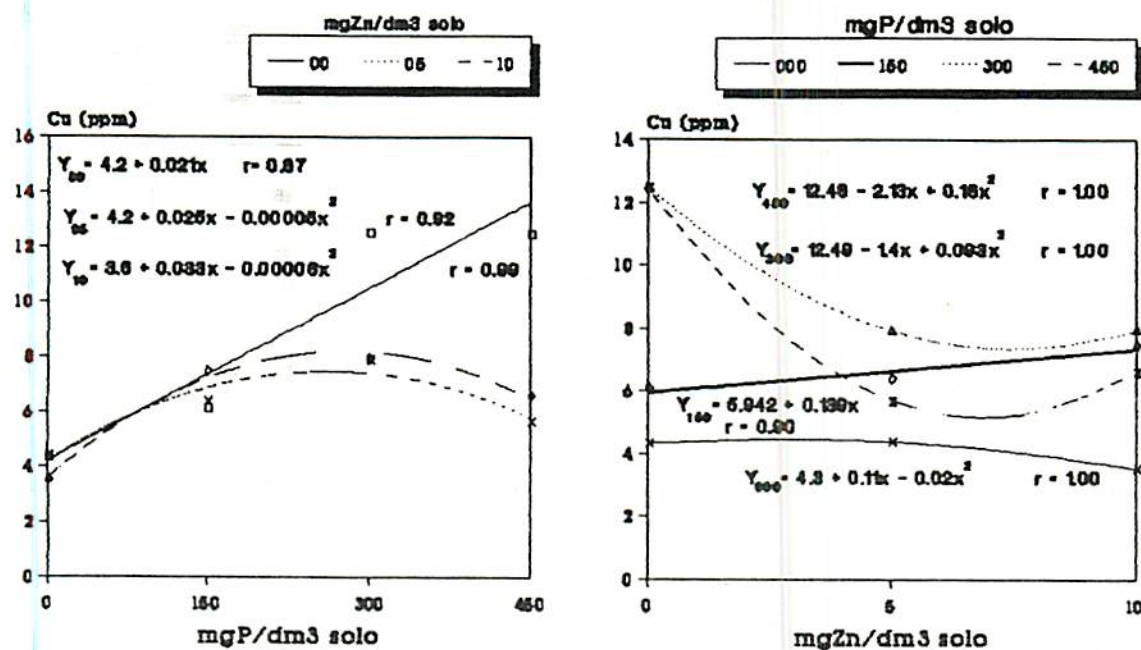


FIGURA 42A: Efeito da interação P x Zn sobre os teores de Cu no caule.

*Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

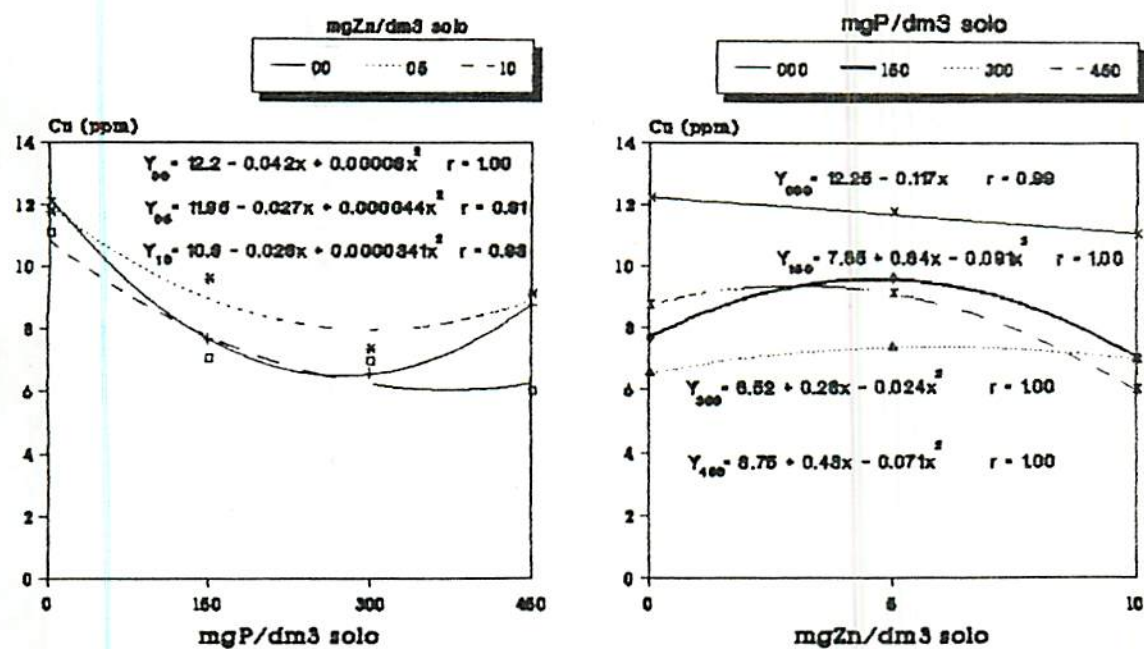


FIGURA 43A: Efeito da interação P x Zn sobre os teores de Cu na folha.

*Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

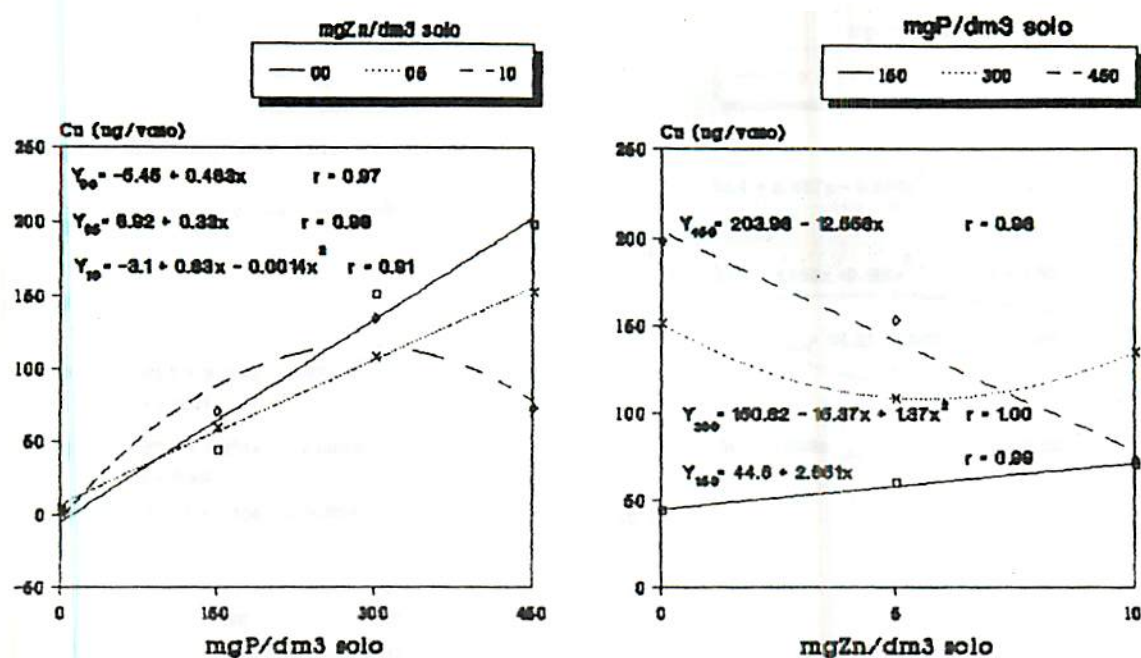


FIGURA 44A: Efeito da interação P x Zn sobre as quantidades acumuladas de Cu no caule.
*Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

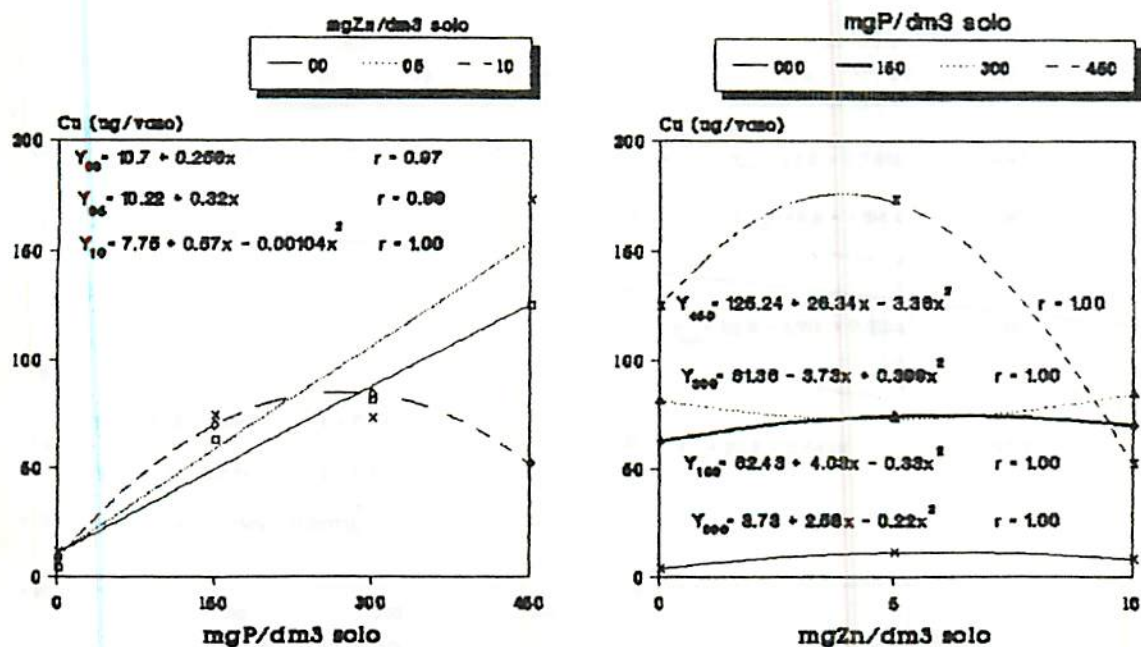


FIGURA 45A: Efeito da interação P x Zn sobre as quantidades acumuladas de Cu na folha.
*Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

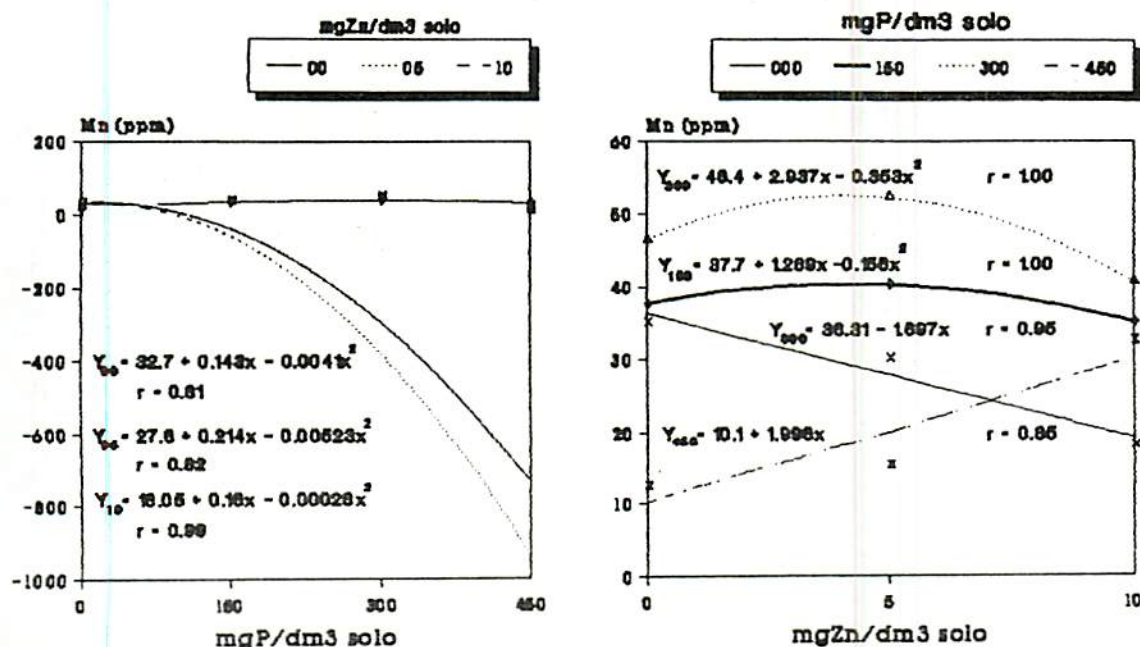


FIGURA 46A: Efeito da interação P x Zn sobre os teores de Mn no caule.

* Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

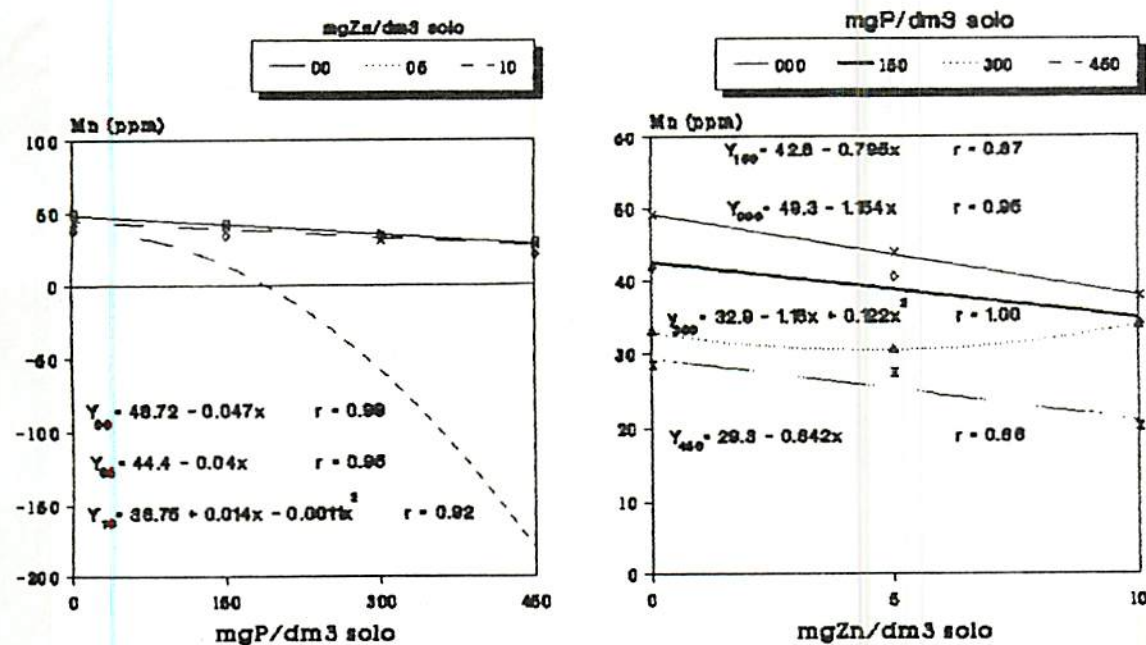


FIGURA 47A: Efeito da interação P x Zn sobre os teores de Mn na folha.

* Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

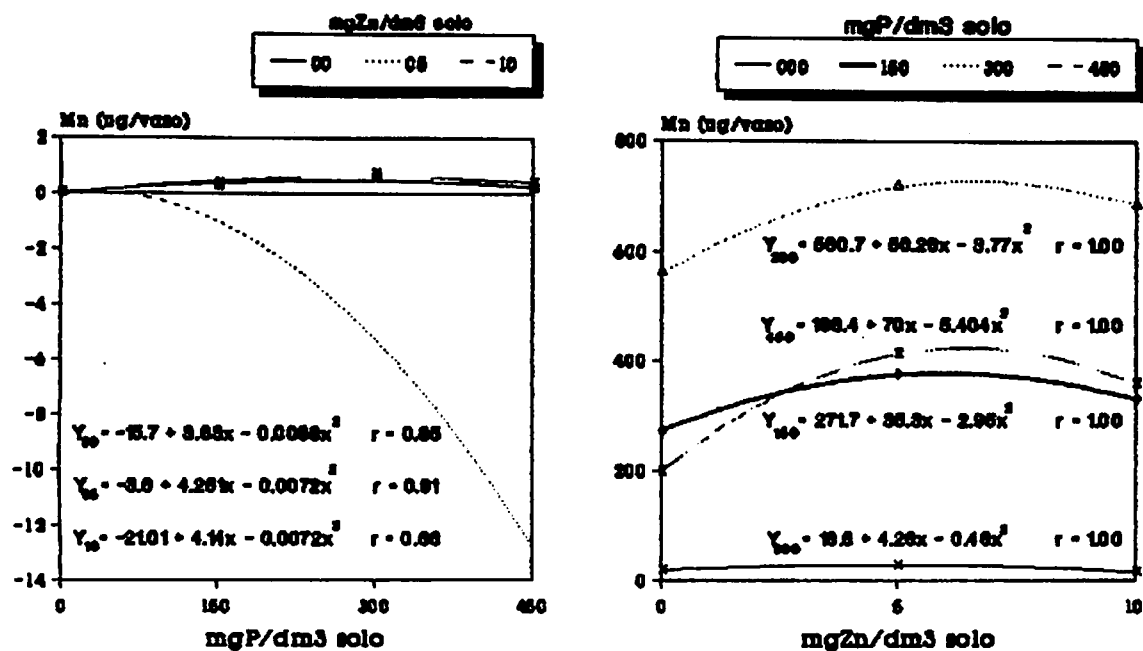


FIGURA 48A: Efeito da interação P x Zn sobre as quantidades acumuladas de Mn no caule.

*Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

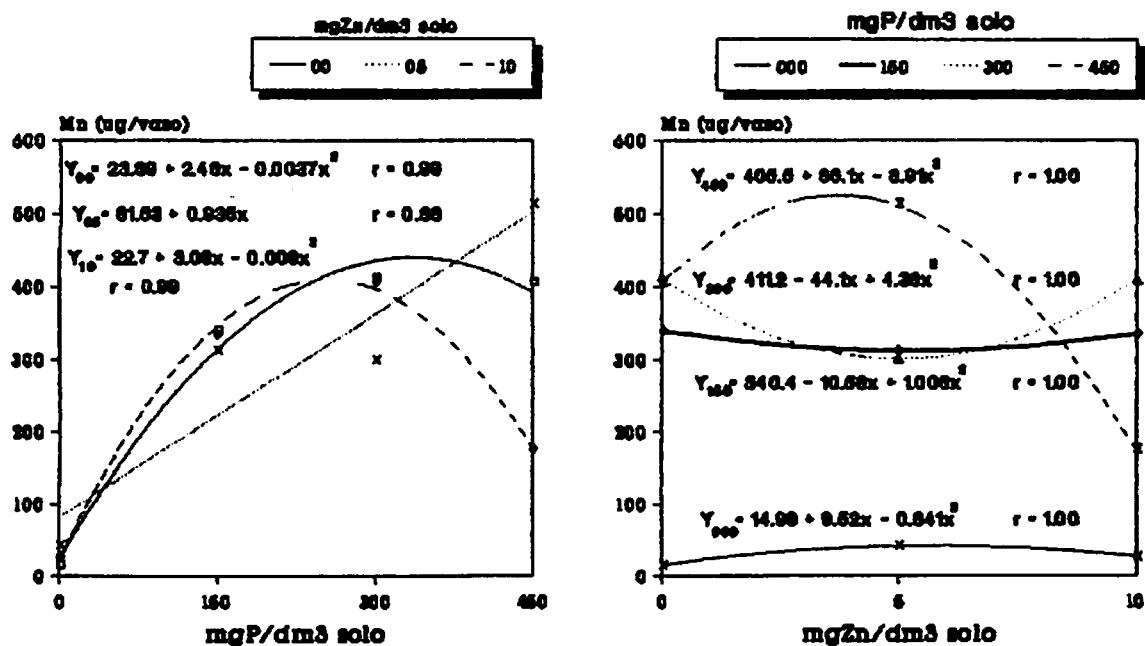
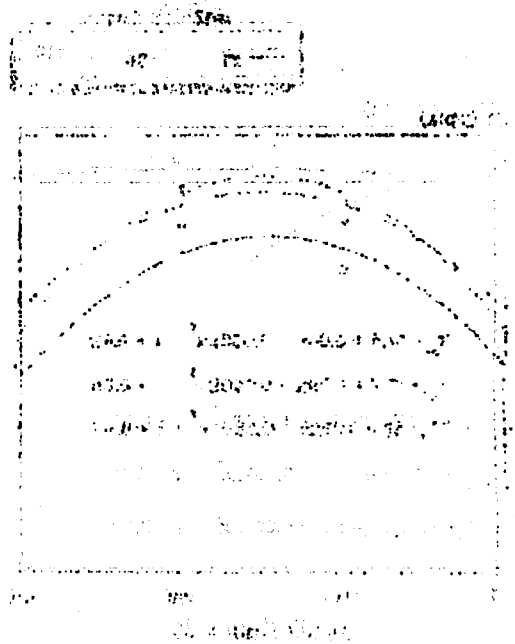
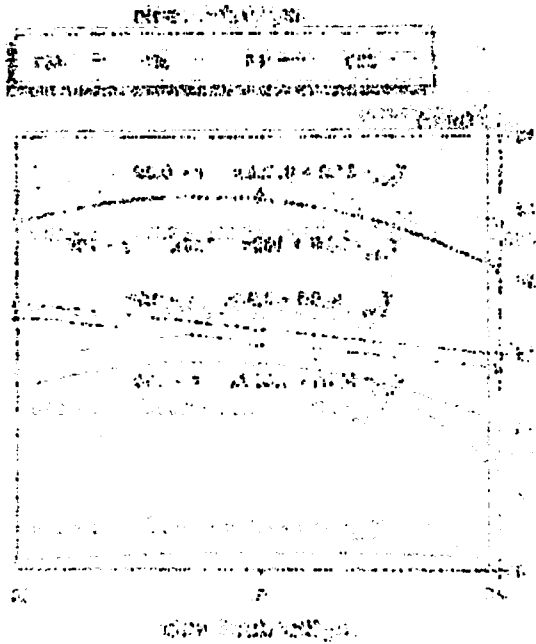


FIGURA 49A: Efeito da interação P x Zn sobre as quantidades acumuladas de Mn na folha.

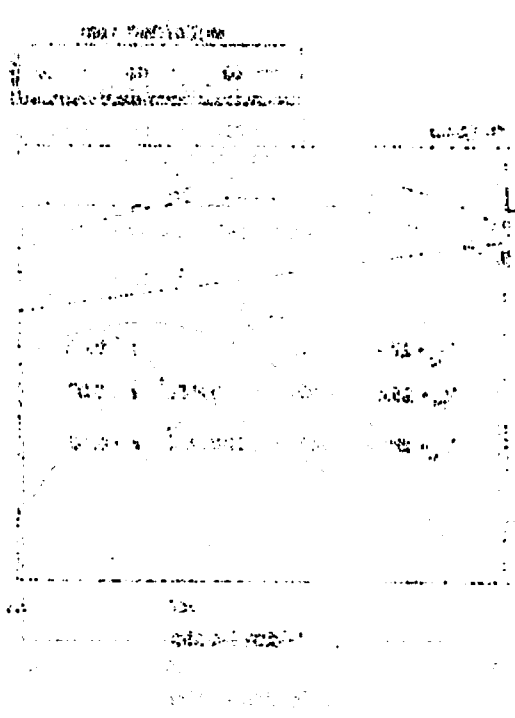
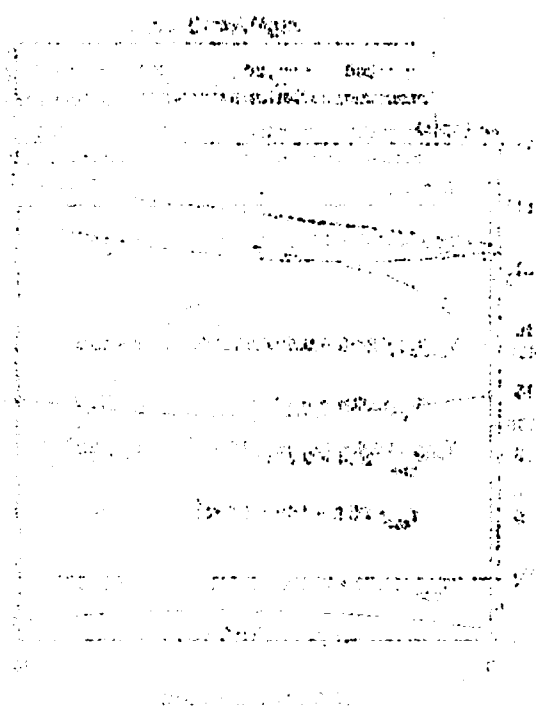
*Significativo ao nível de 5% pelo teste F.



... ..

... ..

... ..



... ..

... ..

... ..

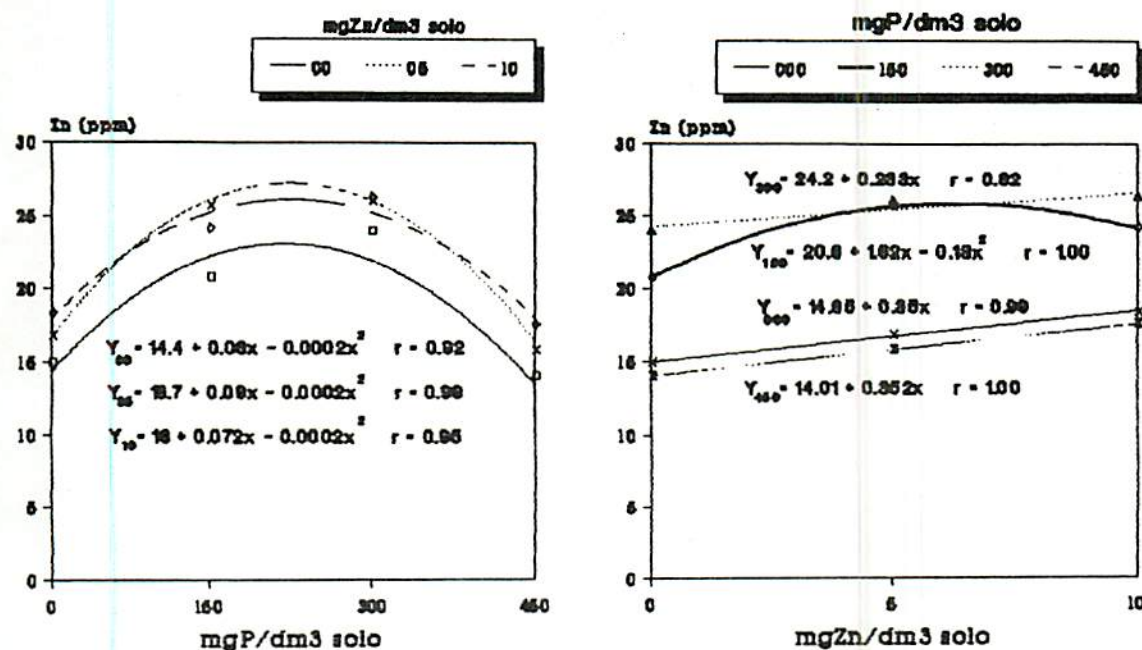


FIGURA 50A: Efeito da interação P x Zn sobre os teores de Zn no caule.

*Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

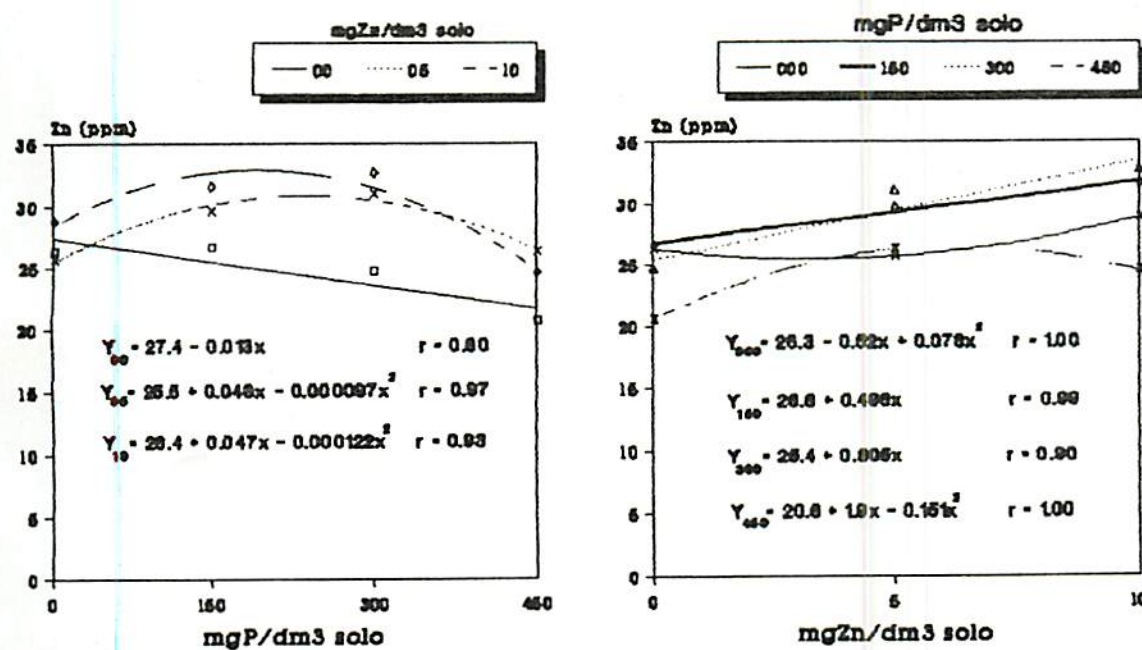
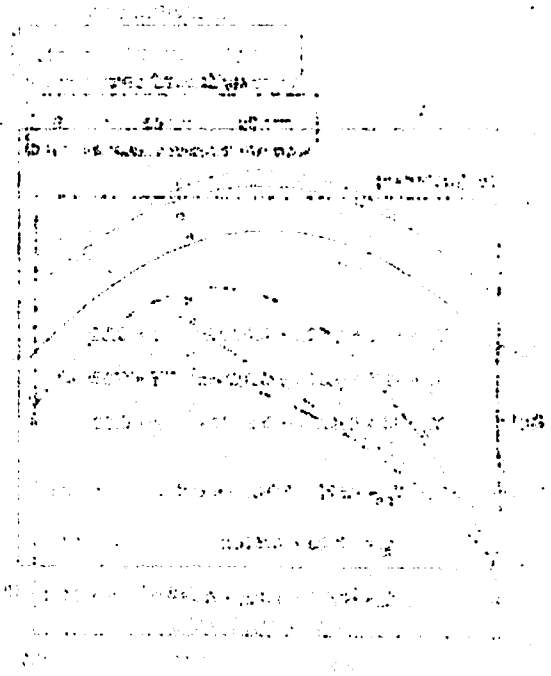
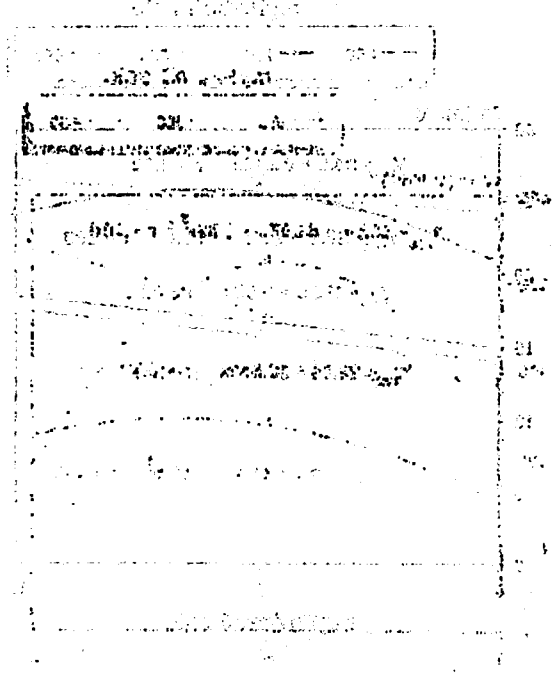
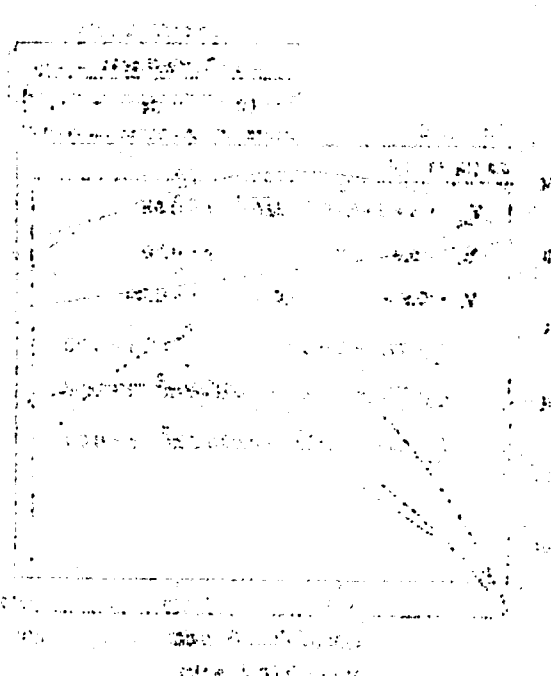
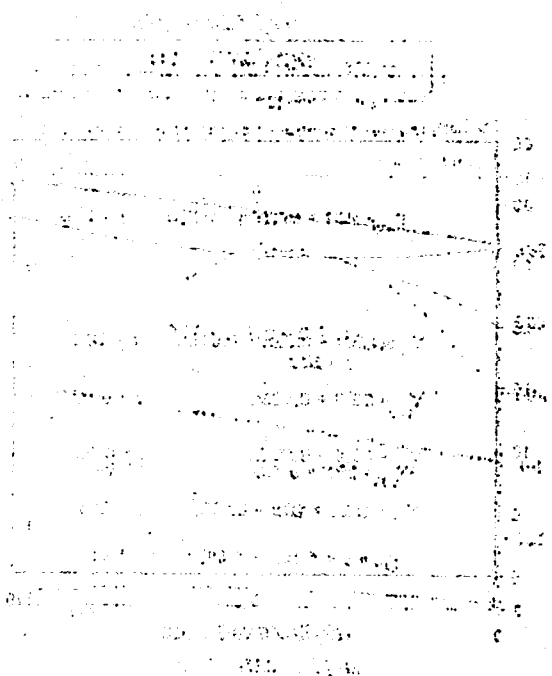


FIGURA 51A: Efeito da interação P x Zn sobre os teores de Zn na folha.

*Significativo ao nível de 5% pelo teste F.



The following data is extracted from the graphs above:
 Graph 1: Shows a general downward trend for all series, with values starting between 20 and 80 at x=0 and ending between 0 and 40 at x=100. Some series exhibit a slight peak around x=50.
 Graph 2: Shows a more pronounced downward trend, with values starting between 40 and 90 at x=0 and ending near 0 at x=100. The lines are more widely spaced than in Graph 1.



The following data is extracted from the graphs above:
 Graph 3: Shows a general downward trend for all series, with values starting between 20 and 80 at x=0 and ending between 0 and 40 at x=100. Some series exhibit a slight peak around x=50.
 Graph 4: Shows a more pronounced downward trend, with values starting between 40 and 90 at x=0 and ending near 0 at x=100. The lines are more widely spaced than in Graph 3.

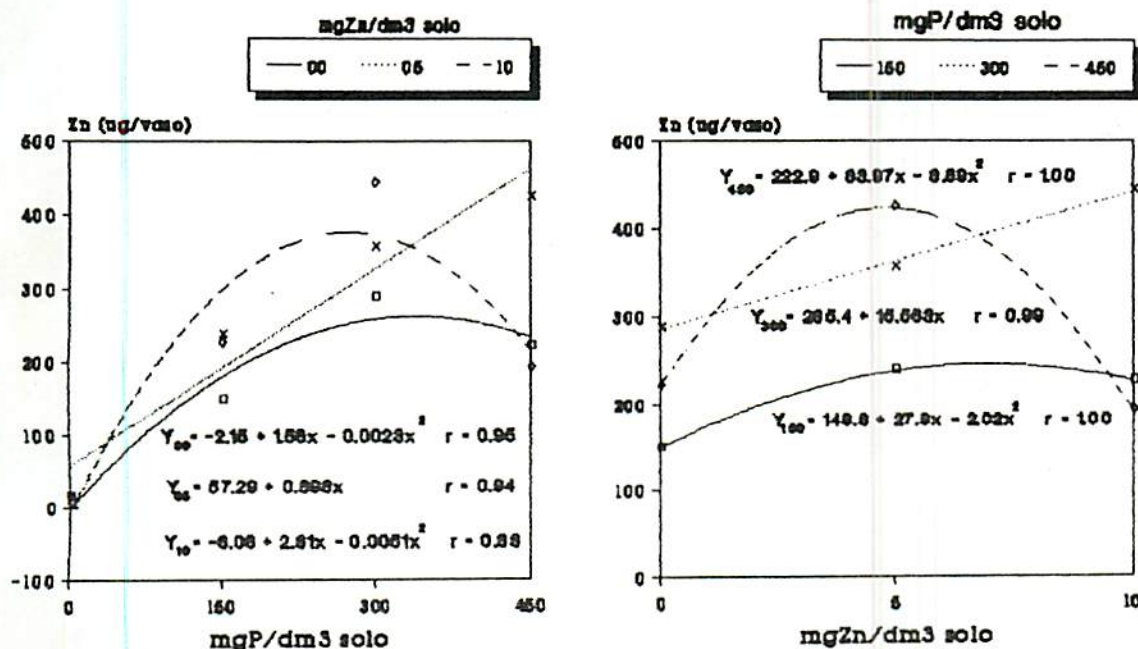


FIGURA 52A: Efeito da interação P x Zn sobre as quantidades acumuladas de Zn no caule.

*Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

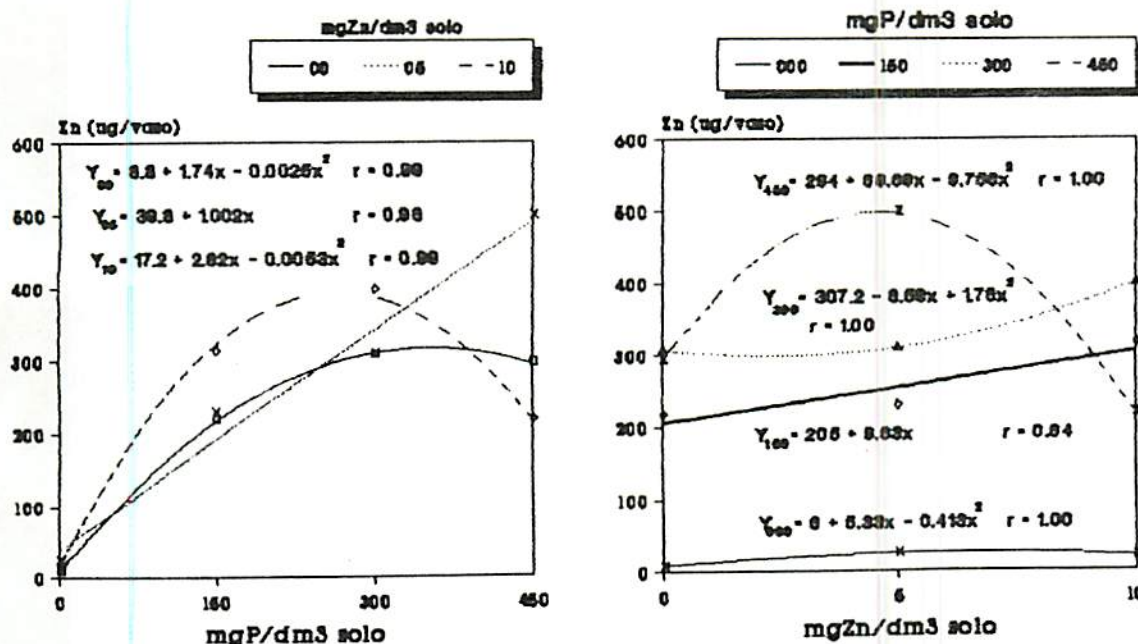
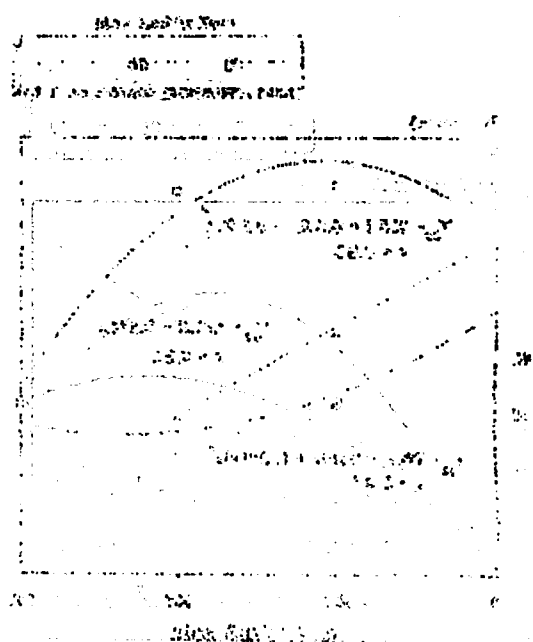
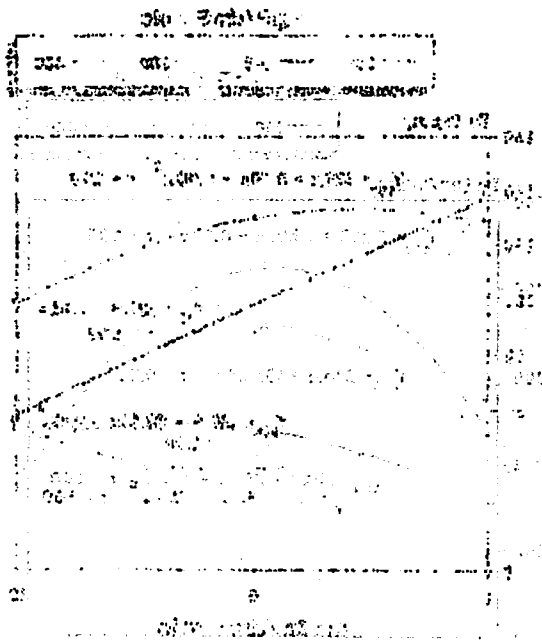
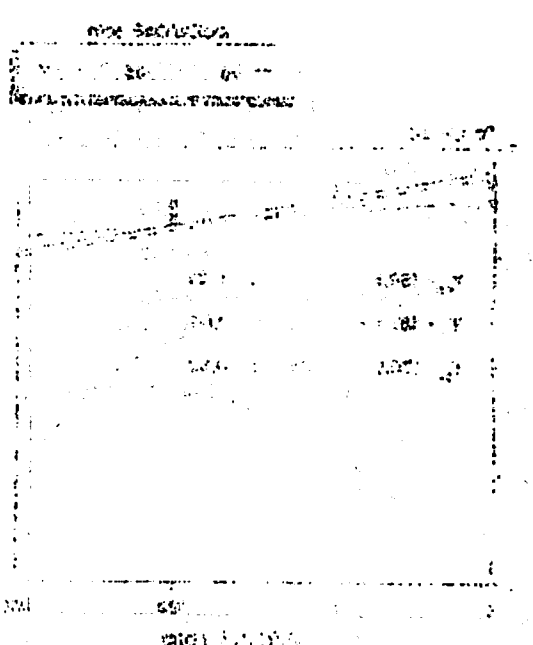
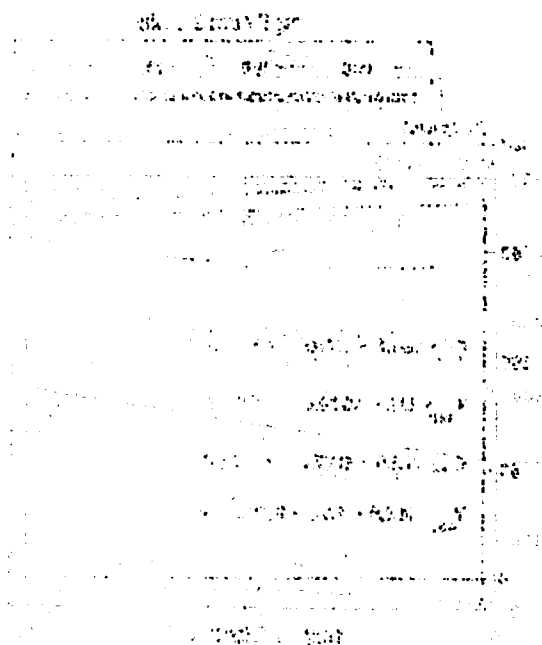


FIGURA 53A: Efeito da interação P x Zn sobre as quantidades acumuladas de Zn na folha.

*Significativo ao nível de 5% pelo teste F.



The data points in the above graphs are plotted on a logarithmic scale. The x-axis represents the independent variable and the y-axis represents the dependent variable. The curves shown are fitted to the data points using a least squares method.



The data points in the above graphs are plotted on a logarithmic scale. The x-axis represents the independent variable and the y-axis represents the dependent variable. The curves shown are fitted to the data points using a least squares method.

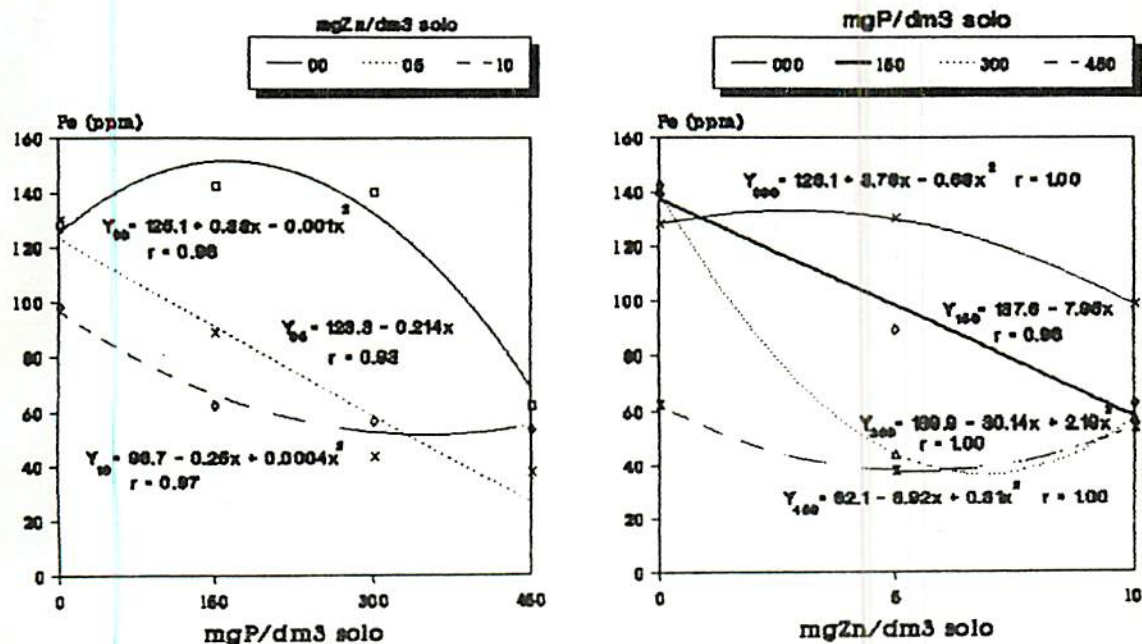


FIGURA 54A: Efeito da interação P x Zn sobre os teores de Fe no caule.

*Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

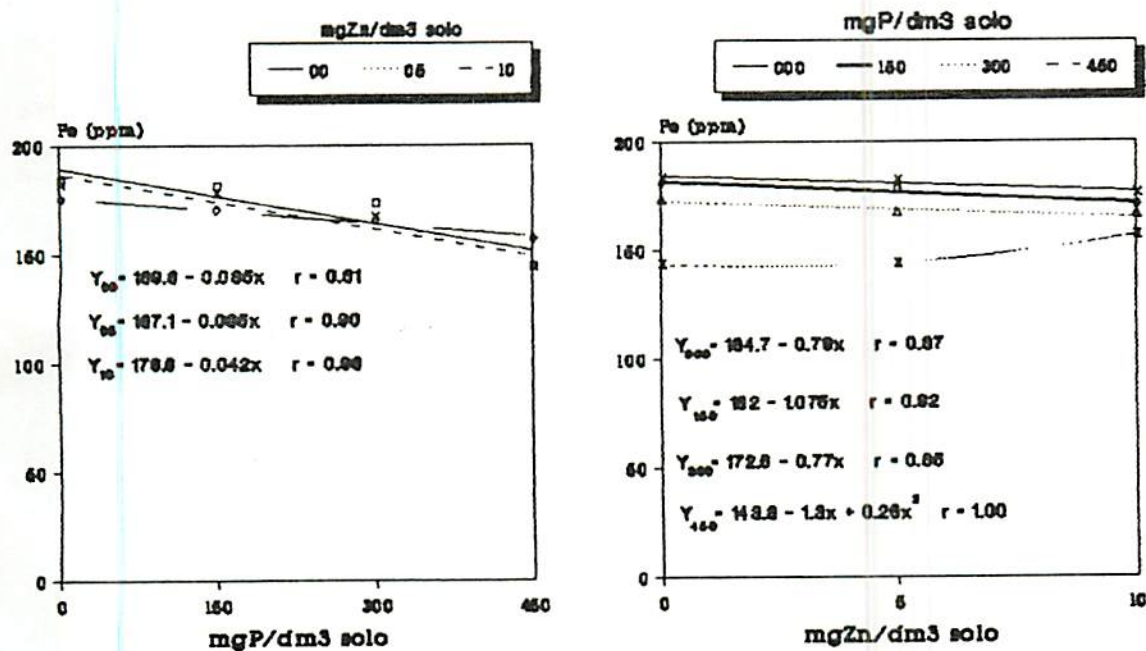
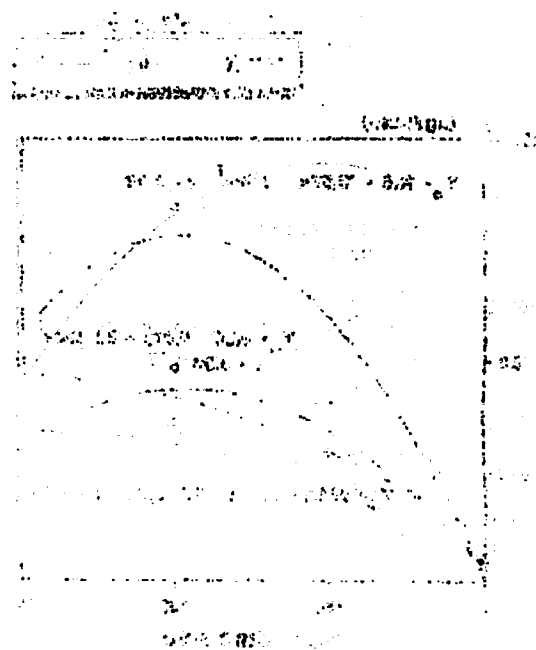
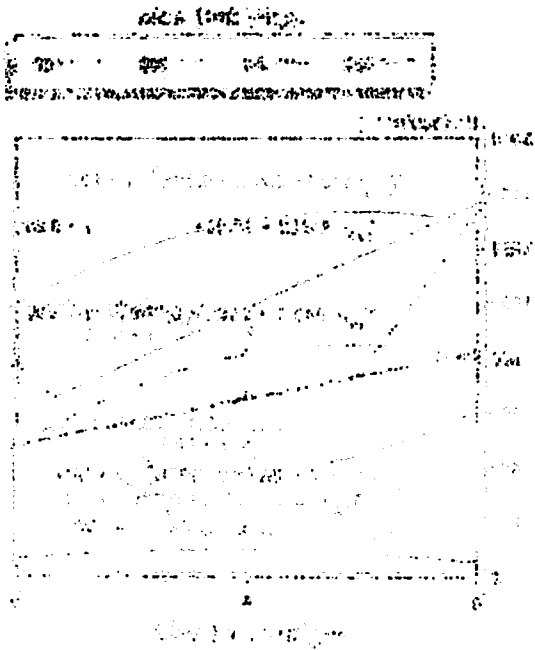
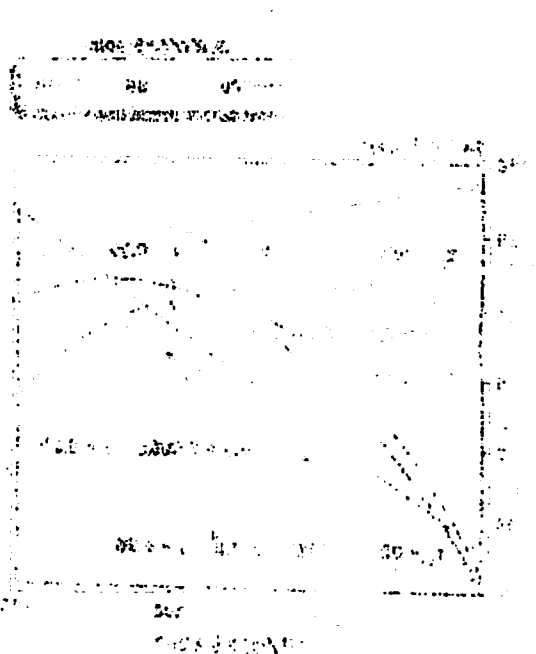
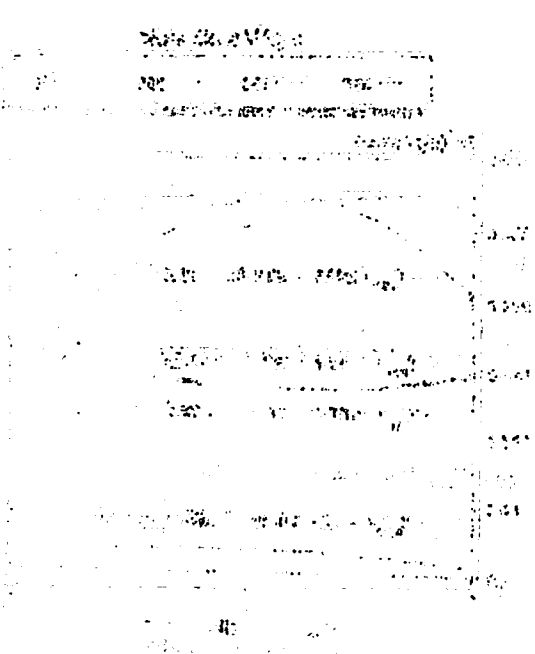


FIGURA 55A: Efeito da interação P x Zn sobre os teores de Fe na folha.

*Significativo ao nível de 5% pelo teste F.



[Illegible text block]



[Illegible text block]

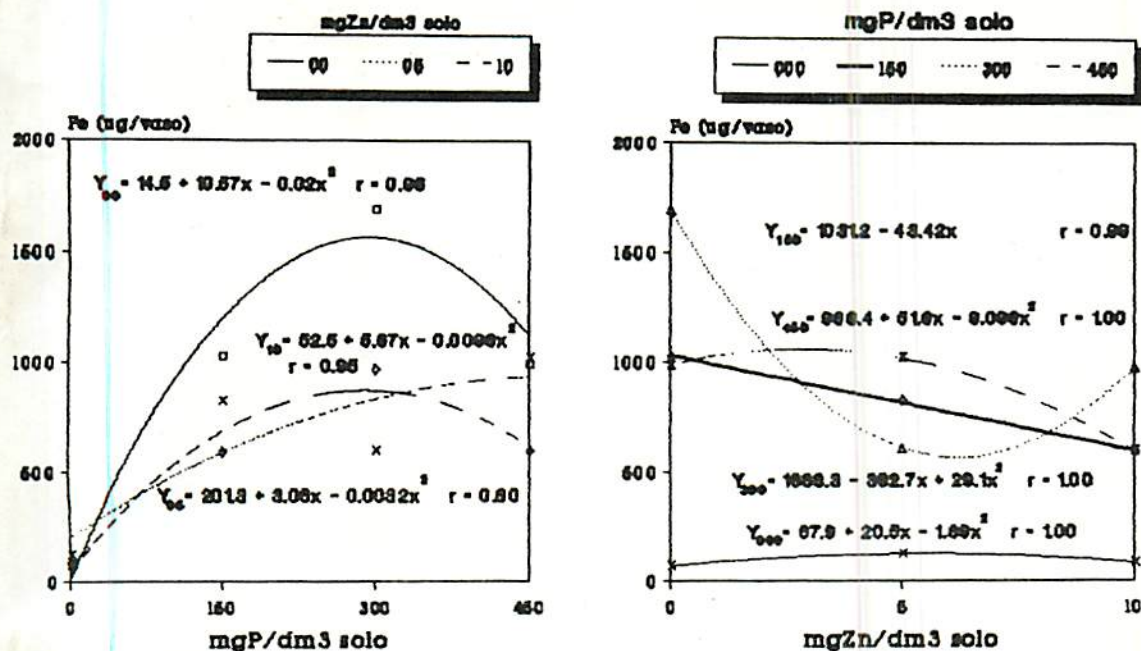


FIGURA 56A: Efeito da interação P x Zn sobre as quantidades acumuladas de Fe no caule.

*Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

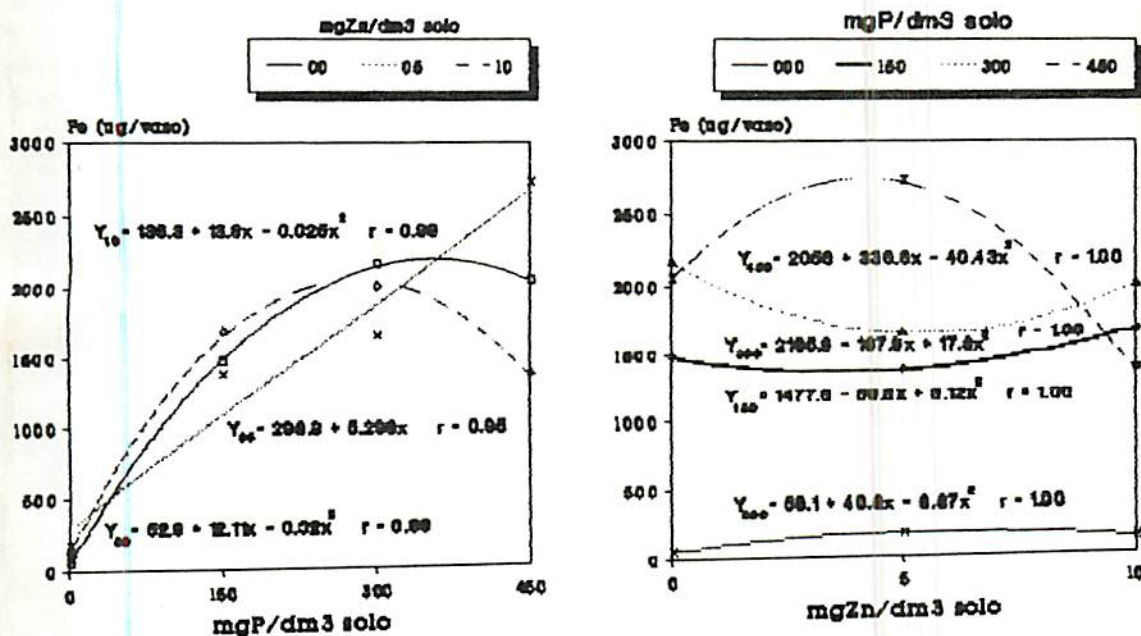


FIGURA 57A: Efeito da interação P x Zn sobre as quantidades acumuladas de Fe na folha.

*Significativo ao nível de 5% pelo teste F.