

FÓSFORO E ZINCO NA NUTRIÇÃO E
CRESCIMENTO DE MUDAS DE
MARACUJAZEIRO AMARELO (*Passiflora
edulis* f. *flavicarpa* Deg.).

ROGÉRIO ALESSANDRO FARIA MACHADO

ROGÉRIO ALESSANDRO FARIA MACHADO

FÓSFORO E ZINCO NA NUTRIÇÃO E CRESCIMENTO DE
MUDAS DO MARACUJAZEIRO AMARELO (*Passiflora edulis*
f. *flavicarpa* Deg.)

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do Curso
de Mestrado em Agronomia, área
de concentração Fitotecnia, para a
obtenção do título de "Mestre".

Orientadora

Prof.^a Janice Guedes de Carvalho

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
1998

Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA

Machado, Rogério Alessandro Faria

Fósforo e zinco na nutrição e crescimento de mudas de maracujazeiro
amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg) / Rogério Alessandro Faria
Machado. -- Lavras : UFLA, 1998.

93 p. : il.

Orientadora: Janice Guedes de Carvalho
Dissertação (Mestrado) - UFLA.
Bibliografia.

1. Fósforo. 2. Zinco. 3. Nutrição mineral. 4. Muda. 5. Maracuja amarelo. 6.
Maracujazeiro. 7. Interação fósforo-zinco. 8. Efeito de diluição. 9. Adubação.
I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-634.425891
-634.42535

ROGÉRIO ALESSANDRO FARIA MACHADO

**FÓSFORO E ZINCO NA NUTRIÇÃO E CRESCIMENTO DE MUDAS
DO MARACUJAZEIRO AMARELO (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.).**

Dissertação apresentada à Universidade Federal
de Lavras, como parte das exigências do Curso de
Mestrado em Agronomia, área de concentração
Fitotecnia, para obtenção do título de "Mestre".

APROVADA em 29 de Setembro de 1998

Prof. José Darlan Ramos

UFLA

Prof. Carlos Ramirez de Rezende e Silva

UFLA

Pesq. Dr. Francisco Dias Nogueira

EMBRAPA



Prof.^a Janice Guedes de Carvalho

UFLA

(Orientadora)

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL**

À minha mãe Cacilda, minha tia Apolônia e meus irmãos, Alisson e Franceni, pelo amor, incentivo e carinho.

DEDICO

Aos meus tios, tias e primos.

OFEREÇO

À memória de meu pai José Machado, e de meus avós,

Francisco José Machado e Tereza Maria de Jesus,

José Faria Batista e Josefina Rezende.

BIOGRAFIA

ROGÉRIO ALESSANDRO FARIA MACHADO, filho de José Machado e Cacilda Faria Machado, nasceu em Sacramento, Minas Gerais, aos 22 de Agosto de 1970.

Concluiu o 1º Grau na Escola Estadual Dr. João Batista Hemeto em Lavras, Minas Gerais.

Em 1987 iniciou seus estudos na Escola Agrotécnica Federal de Inconfidentes, onde concluiu o curso de Técnico em Agropecuária.

Em Agosto de 1990 iniciou seus estudos na Escola Superior de Agricultura de Lavras, Minas Gerais. Em Julho 1995 gradou-se como Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal de Lavras.

Em fevereiro de 1996, iniciou o curso de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, na Universidade Federal de Lavras, concluindo-o em Setembro de 1998.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	4
2.1 - A planta.....	4
2.2 - O Fósforo nas plantas.....	5
2.3 - O Zinco nas plantas.....	8
2.4 - A interação Fósforo x Zinco.....	9
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	12
3.1 - Obtenção das sementes e formação das mudas.....	13
3.2 - Delineamento Experimental e Tratamentos.....	13
3.3 - Condução do Experimento.....	15
3.4 - Avaliações do Experimento.....	16
6.5 - Análises químicas do solo.....	17
6.6 - Análises Químicas da matéria seca.....	17
6.7 - Análise estatística.....	17
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
4.1 - Características de crescimento.....	17
4.1.1 - <i>Diâmetro do colo</i>	19
4.1.2 - <i>Produção de matéria seca da parte aérea e das raízes</i>	22
4.1.3 - <i>Altura das plantas e número de folhas</i>	24
4.2 - Análise dos macronutrientes na matéria seca da parte aérea.....	30

<i>4.2.1 Fósforo</i>	31
<i>4.2.2. Potássio</i>	34
<i>4.2.3. Cálcio</i>	37
<i>4.2.4. Magnésio</i>	39
<i>4.2.5. Enxofre</i>	41
4.3 - Análise dos micronutrientes na matéria seca da parte aérea	43
<i>4.3.1. Cobre</i>	44
<i>4.3.2. Ferro</i>	46
<i>4.3.3. Manganês</i>	48
<i>4.3.4. Zinco</i>	50
4.2 - Análise dos macronutrientes na matéria seca das raízes	54
<i>4.2.1 Fósforo</i>	56
<i>4.2.2. Potássio</i>	58
<i>4.2.3. Cálcio</i>	60
<i>4.2.4. Magnésio</i>	62
<i>4.2.5. Enxofre</i>	64
4.3 - Análise dos micronutrientes na matéria seca das raízes	66
<i>4.3.1. Cobre</i>	68
<i>4.3.2. Ferro</i>	70
<i>4.3.3. Manganês</i>	72
<i>4.3.3. Zinco</i>	74
5 CONCLUSÕES	76
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77
ANEXO	83

AGRADECIMENTOS

A DEUS, sempre presente em minha vida, de quem tantas graças tenho recebido.

À Coordenação de Aperfeiçoamento e Pesquisa do Ensino Superior - CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Agricultura, pela acolhida e possibilidade de realização deste treinamento.

À professora Janice Guedes de Carvalho, pela amizade, ensinamentos, orientação e apoio na realização deste trabalho.

Aos professores José Darlan Ramos e Carlos Ramirez de Rezende e Silva e ao Pesquisador da EMBRAPA Dr. Francisco Dias Nogueira, membros da banca examinadora, pela avaliação, críticas e sugestões apresentadas.

Aos professores Daniel Furtado e Eduardo Bearzoti pelas sugestões para a realização das análises estatísticas.

À Secretaria do curso de Pós-graduação do Departamento de Agricultura - UFLA, na pessoa da Secretária Neuzy, pela prestativa colaboração.

Ao Departamento de Ciência do Solo e seus funcionários, pelas facilidades na utilização de equipamentos, instrumentos e pela prestativa colaboração.

Aos colegas da pós-graduação, Berildo, Brasil, Carla, Carlinhos, Flávia, Flávio, Guilherme, Janaina, Junior, Paulo Sérgio, e Reginaldo pelo alegre convívio.

Em especial, ao amigo Paulo Roberto, pela amizade, incentivo e apoio.

Os mais sinceros agradecimentos aos colegas, professores, funcionários e todas as pessoas que direta ou indiretamente, contribuíram durante esta caminhada.

RESUMO

MACHADO, Rogério Alessandro Faria Machado. Fósforo e zinco na nutrição e crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg). Lavras: UFLA, 1998. 93 p. (Dissertação - Mestrado em Agronomia)*

Com o intuito de se avaliar a influência do fósforo e do zinco na nutrição e no crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo, foi conduzido um experimento em casa de vegetação do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, sob delineamento de blocos casualizados com quatro repetições, utilizando-se 4 doses de fósforo (0, 150, 300 e 450 mg P.dm⁻³ solo) e 3 doses de zinco (0, 5 e 10 mg Zn.dm⁻³ solo). Foram avaliadas as seguintes características: diâmetro do caule, altura, número de folhas, produção de matéria seca da parte aérea e das raízes, e concentração e acúmulo de nutrientes na matéria seca. Os resultados indicaram a interação entre o fósforo e o zinco com influência nas características de crescimento e na nutrição, propiciando alterações nos teores e nas quantidades acumuladas dos nutrientes na matéria seca da parte aérea e das raízes. Os incrementos nas doses de fósforo propiciaram acréscimos na matéria seca da parte aérea e das raízes, promovendo o “efeito de diluição” nos teores dos nutrientes na parte aérea e nas raízes. A aplicação isolada do fósforo e do zinco teve efeito somente sobre o diâmetro do caule. A altura e número de folhas das mudas sofreram influência do fósforo e do zinco, os quais interagiram com as diferentes épocas de avaliação. Nas condições do presente estudo, a combinação de 5 mg Zn.dm⁻³ solo e 450 mg P.dm⁻³ solo propiciou a obtenção de mudas aptas para o plantio e com altura superior às demais. Os máximos teores dos macronutrientes P, K, Ca, Mg e S (mg.kg⁻¹ m.s.) encontrados na parte aérea das plantas que apresentaram a maior produção de matéria seca foram; 0,64; 16,17; 17,14; 2,87 e 2,03 e, dos micronutrientes: Cu, Mn, Fe e Zn, (µg.g⁻¹ m.s.) foram, 6,34; 8,65; 58,37 e 24,37.

* Comitê Orientador: Janice Guedes de Carvalho - UFLA (Orientadora) e José Darlan Ramos - UFLA

ABSTRACT

PHOSPHORUS AND ZINC IN THE NUTRITION AND GROWTH OF YELLOW PASSION FRUIT TREE CUTTINGS (*Passiflora edulis* Sims.)

With the purpose of evaluating the influence of phosphorus and zinc on the nutrition and growth of yellow passion fruit tree cuttings, an experiment was conducted in greenhouse at the Soil Science Department of the Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, in randomized block design with four replications, by utilizing four doses of phosphorus (0, 150, 300 and 450 mg P.dm⁻³ soil) and three doses of zinc (0, 5 and 10 mg Zn.dm⁻³ soil). The following characteristics were evaluated: stem diameter, height, number of leaves, yield of aerial part and root dry matter and concentration and accumulation of nutrients in the dry matter. The results obtained enabled to verify that interaction between phosphorus and zinc had an influence upon the growth characteristics of the plant as well nutrition, providing alterations in the contents and amounts accumulated of the nutrients in the root and aerial part dry matter. The increases in the doses of phosphorus provided increases in the dry matter of roots and aerial part, promoting the dilution effect in the contents of root and aerial part dry matter. The single application of phosphorus and zinc had effects only upon the stem diameter. Both the height and number leaves of the cuttings underwent an influence of phosphorus and zinc, which interacted with the different evaluation times. Under the conditions of the experiment, the combination of 5 mg Zn.dm⁻³ soil provided the obtaining of cuttings suitable for planting and with the height upper to the others, the maximum contents of the macronutrients P, K, Ca, Mg and S (mg.kg⁻¹ dry matter) detect in the plants were 0.64; 25.42; 30.51; 6.35; 4.95 and of the macronutrients Zn, Cu, Mn and Fe (µg.g⁻¹ dry matter) were 45.37; 14.41; 74.18 and 48.05.

* Guidance Committee: Janice Guedes de Carvalho - UFLA (Major Professor) and José Darlan Ramos - UFLA

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o centro de origem de um grande número de espécies da família Passifloraceae, sendo o maracujazeiro amarelo ou maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.), o seu principal representante. No Brasil, a planta encontra as condições necessárias ao seu cultivo, sendo predominantemente explorada por pequenos produtores, cuja a área cultivada situa-se em média entre 1 a 4 ha por propriedade. A cultura do maracujazeiro apresenta um extenso período de safra, que varia de 8 meses no Sudeste, 10 meses no Nordeste e 12 meses na Região Norte do país. Isto permite a obtenção de uma renda mensal equilibrada, contribuindo para elevar o padrão de vida dos pequenos produtores rurais, que conduzem esta cultura em base familiar.

No Brasil, a cultura do ganhou importância a partir da década de 70 com as primeiras exportações de suco, pois até então existia apenas o mercado para o fruto *in natura*. Durante estes quase 30 anos, a área cultivada com maracujazeiro passou por vários ciclos de expansão e retração, devido a falta de uma demanda constante para o consumo da fruta. A partir dos anos 80, a área cultivada passou a ter um crescimento constante, principalmente no estado de São Paulo.

Atualmente, estima-se que 50% da produção destina-se ao mercado interno de consumo ao natural, e o restante à industrialização. Dentre as diversas possibilidades de aproveitamento desta fruta, destaca-se a utilização na indústria de processamento, preparo de doces, sucos, sorvetes, além do uso na indústria farmacêutica, tornando-se uma importante opção econômica para o país.

O êxito na exploração agrícola de qualquer espécie frutífera está relacionado com a qualidade da muda e as práticas culturais adotadas. Assim, os esforços a serem realizados para a obtenção de mudas de elevada qualidade deverão considerar o conhecimento das exigências nutricionais da planta, que possibilitará ao agricultor realizar o correto manejo das adubações. O uso dos fertilizantes de modo indiscriminado e sem critérios poderá acarretar sérios danos, promovendo desequilíbrios nutricionais, que poderão prejudicar a produção e a qualidade.

Tem sido observado na prática que é comum acontecer desequilíbrios entre macro e micronutrientes, notadamente de zinco, associado a elevados teores de fósforo no solo, pois é muito comum a adição de um fertilizante contendo fósforo ao substrato na produção das mudas.

O maracujazeiro requer um solo com o valor de pH em água próximo de 6,0 ou um índice de Saturação por Bases (V %) em torno de 60. O zinco tem a sua solubilidade afetada pelo pH, e a elevação deste pela calagem à valores acima de 6,0 pode induzir deficiências deste micronutriente. Os fosfatos tendem a reduzir a solubilidade do zinco, sendo conhecidas deficiências deste elemento induzidas por adubações fosfatadas elevadas.

Essa espécie possivelmente se mostrará susceptível à deficiência de zinco, quando a sua disponibilidade for baixa no substrato e/ou este se apresentar em níveis muito baixos em relação ao fósforo, e níveis desbalanceados deste macronutriente em relação ao zinco no solo podem afetar a absorção, translocação e concentração dos demais nutrientes nos tecidos vegetais, induzindo desequilíbrios nutricionais e conseqüente redução no crescimento das plantas.

O objetivo deste trabalho foi estudar o efeito do fornecimento do fósforo e do zinco na nutrição e crescimento do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) na fase de formação das mudas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 - A planta

A espécie maracujazeiro amarelo pertence à Família Passifloraceae, cujo gênero *Passiflora* apresenta mais de 530 espécies, das quais 150 são nativas do Brasil. É uma planta trepadeira, robusta, podendo atingir de 5 a 10 metros de comprimento. Para o seu crescimento, o sistema de condução adotado é de fundamental importância, sendo mais utilizado no Brasil, a espaldeira vertical, variando de 1 a 2 fios de arame, mais frequentemente apenas 1 fio, o qual fica normalmente disposto a altura de 2 m do solo, (Ruggiero et al., 1996).

O sistema radicular apresenta uma raiz central pivotante mais grossa que as demais, cuja a maioria das raízes finas concentram-se num raio de 50 cm do tronco e na profundidade de 30 a 40 cm no solo (Meletti, 1996). A absorção de nutrientes intensifica-se a partir de 210 dias de idade, que corresponde ao estágio de pré frutificação. O sistema radicular apresenta 3 fases de crescimento. Do plantio até os 210 dias, o crescimento é lento, com reduzida produção de matéria seca. Dos 210 aos 300 dias, há uma rápida expansão das raízes; e, a partir dos 300 dias, o crescimento praticamente se estabiliza (Kliemann et al., 1986).

O maracujazeiro amarelo é considerado como uma planta auto-estéril, dependente da polinização cruzada para produzir frutos, devendo ser polinizada por flores de outras plantas da mesma espécie, (Manica, 1981). O fruto apresenta rápido desenvolvimento nos primeiros dias após a polinização, reduzindo a seguir o crescimento até que se estabiliza, o que acontece em torno dos 18 dias, ocasião em que atingem o máximo crescimento e aos 80 dias após a polinização, inicia-se o amadurecimento dos frutos.

2.2 - O fósforo nas plantas

Dentre os macronutrientes, o fósforo é aquele exigido em menor proporção pelos vegetais porém é o nutriente aplicado em maiores quantidades nas adubações realizadas no Brasil. Este fato relaciona-se a sua baixa disponibilidade nos solos brasileiros, aliada à sua forte tendência de reagir com outros componentes como o ferro, o alumínio e o cálcio dentre outros, formando compostos de baixa solubilidade. A sua aplicação assume primordialmente o papel de satisfazer a exigência do solo, mediante a adição de quantidades várias vezes superiores às exigidas pelas plantas (Vale et al., 1994).

Este elemento integra um número importante de componentes presentes nas células das plantas, incluindo os açúcares-fosfatos usados na respiração e fotossíntese e os fosfolípidos que fazem parte das membranas dos vegetais. É também componente dos nucleotídeos utilizados no metabolismo energético da planta e das moléculas de DNA e RNA (Taiz e Zeiger, 1991; Marschner, 1997).

Dentre os seus papéis fundamentais na vida da planta, destaca-se a sua participação nos compostos ricos em energia, cujo exemplo mais comum é o trifosfato de adenosina, ATP, produzido nas reações de fosforilação oxidativa e da fotofossíntese (Ferri et al., 1985). Nas plantas superiores, o P é armazenado no vacúolo, na forma de P_i (fósforo inorgânico), o qual representa 85 a 95% do P total encontrado nas plantas com adequado suprimento (Marschner, 1997).

As plantas deficientes em fósforo acumulam açúcar nos tecidos que, a partir daí, sintetizam pigmentos escuros, as antocianinas, que conferem coloração verde mais escura às folhas. Os primeiros sintomas de deficiência manifestam-se aos 180 dias na forma de uma coloração verde escura, especialmente nas folhas do terço médio dos ramos. Logo a seguir aparecem manchas cloróticas nas áreas intermiais das folhas inferiores, proporcionando-lhes um aspecto mosqueado.

Estes sintomas podem também aparecer nas folhas do terço médio da planta, permanecendo as folhas superiores com cor verde escuro. Quando a deficiência se acentua, as manchas cloróticas unem-se, começando especialmente pelos ápices e bordos e logo a folha torna-se amarelada. Em contraste, os pecíolos e as nervuras principais apresentam cor roxo claro, enquanto os ramos tornam-se roxo escuro e os brotos laterais apresentam pouco desenvolvimento (Abanto e Müller, 1976).

Diversos trabalhos, envolvendo o uso de diferentes fontes de fertilizantes fosfatados, ressaltam a importância do fornecimento de fósforo às plantas, durante a fase de formação das mudas de diferentes espécies frutíferas: citros (Cabraia, 1979; Silva, 1981; Nicoli, 1982; Bueno, 1984; Lira, 1990; Rezende, 1991; Souto, 1993), banana: (Sousa, 1994; Seabra Filho, 1994; Rodrigues, 1995; Vicentini, 1995; Menezes, 1997), mamão: (Oliveira, 1986; Rocha, 1987), e maracujá: (Peixoto, 1986).

Cabraia (1979), estudando a influência de substratos e de superfosfato simples no crescimento e nutrição do limoeiro “cravo” até a repicagem, constatou que, independente dos substratos, as plantas que não receberam o superfosfato simples tiveram menor crescimento e o seu uso comparado à ausência, aumentou em 176 % o crescimento das mudas e reduziu o tempo para atingir o ponto de repicagem.

Silva (1981) verificou resultados semelhantes a estes, detectando que a aplicação de $1280 \text{ g P}_2\text{O}_5 \cdot \text{m}^{-3}$ de substrato fornecido pela fonte superfosfato simples promoveu maiores acréscimos na produção de matéria seca das raízes, parte aérea e total, no comprimento das raízes e na altura aos 3 e 6 meses.

Nicoli (1982), estudando a influência de fontes e níveis de fósforo no crescimento e nutrição mineral do limoeiro ‘cravo’ cultivado em vasos, detectou que as plantas adubadas com $1280 \text{ g P}_2\text{O}_5 \cdot \text{m}^{-3}$ de substrato, fornecido na forma de superfosfato simples, superfosfato triplo e apatita de Araxá, apresentavam-se aptos para o transplantio aos 6 meses pós-semeadura.

Lira (1990), estudando o efeito de substratos e do superfosfato simples na produção do limoeiro (*Citrus limonia* Osbeck cv. cravo) até a fase de repicagem, detectou respostas positivas nas características de crescimento (matéria seca da parte aérea e das raízes, diâmetro do caule) em relação aos incrementos nas doses de fósforo. Resultados contrários foram encontrados por Souto (1994), cujas variações nos métodos de aplicação e doses de superfosfato simples no limoeiro 'cravo' não surtiram resultados sobre a nutrição e o crescimento dos porta-enxertos em fase de viveiro até a repicagem. Este autor relata que a provável causa da ausência de resposta seja a boa fertilidade do solo onde foi realizado o experimento, um podzólico vermelho-amarelo com 20 ppm de fósforo e pH de 6,5.

Os estudos de Sousa (1994) sobre o efeito de composições e doses de superfosfato simples no crescimento e nutrição de mudas de bananeira cv. mysore, não revelaram respostas às características de crescimento, mesmo quando aplicadas elevadas doses de superfosfato simples (17.78 kg.m⁻³ de composição).

Este fato foi também notado por Menezes (1997), onde a máxima dose de superfosfato simples (26.67 kg.m⁻³ substrato) não exerceu nenhuma influência sobre as características de crescimento e, também foi por Rodrigues (1995).

Oliveira (1986), trabalhando com o mamoeiro, onde este avaliou o efeito do superfosfato simples e do calcário dolomítico na formação de mudas de mamoeiro, relata que a adição de 13,2 kg de calcário dolomítico.m⁻³ de substrato, em função das doses de superfosfato simples (283, 566, 2264 e 6792 g P₂O₅.m⁻³ de substrato) possibilitou a formação de mudas de mamoeiro prontas para o transplântio quatro meses após a semeadura. Os resultados dos estudos de Rocha (1987) mostraram que, a adição de matéria orgânica e superfosfato simples ao substrato de formação das mudas de mamoeiro, induziu um maior crescimento, sendo que a matéria orgânica propiciou um efeito mais acentuado sobre as características de crescimento em comparação a adição do superfosfato simples.

Peixoto (1986), estudando o efeito da matéria orgânica, superfosfato simples e cloreto de potássio na formação de mudas de maracujazeiro amarelo, verificou que os aumentos nas doses de superfosfato simples (3,0; 6,0 e 9,0 kg. m⁻³ de solo) propiciou acréscimos nos valores das características de crescimento, nos teores de cálcio e diminuição nos teores de nitrogênio, potássio e magnésio na matéria seca da parte aérea em relação à ausência do fósforo.

Em outras culturas como o cafeeiro, também se constata resposta positiva à aplicação de fósforo na fase inicial de crescimento das plantas. Cardoso et al. (1992), estudando o efeito de doses de superfosfato simples no substrato (0, 250, 500 e 1000 g P₂O₅. m⁻³ substrato) sobre os teores de macro e micronutrientes em mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) cv. "Mundo Novo" e "Catuai", relatam que as doses de fósforo proporcionaram aumentos nos teores de P, Ca e Mn e redução nos teores de Mg e Cu, e os teores de K decresceram até a dose estimada de 625 g P₂ O₅ por m³ de substrato.

2.3 - O zinco nas plantas

Dentre os micronutrientes necessários aos vegetais, o zinco é o elemento cujos sintomas de deficiência são mais freqüentemente observados, devido às pequenas quantidades presentes deste elemento na litosfera. O seu conteúdo no solo é, em média, mais baixo que o das rochas, ocorrendo em minerais, adsorvido ou na forma de complexos orgânicos solúveis e insolúveis. Do zinco que ocorre no solo, apenas uma pequena parte se encontra em estado disponível, sendo esta disponibilidade influenciada por fatores como o seu conteúdo no solo, a reação do solo e o conteúdo de matéria orgânica do solo (Brasil Sobrinho; Freire; Silveira, 1979).

Atua em conjunto com outros nutrientes na síntese de proteínas e na síntese do ácido indolacético que é um hormônio de crescimento. Na sua deficiência, ocorre a redução dos internódios e aparecem “rosetas foliares” na extremidade dos ramos (Ruggiero et al., 1996).

É considerado necessário para a síntese de triptofano, à partir do qual formam-se as auxinas, importantes substâncias reguladores do crescimento. Há uma interrelação entre este e a síntese de ácido indolacético, e a sua deficiência normalmente resulta na redução do nível de ácido indolacético nas plantas, com redução de crescimento nos pontos terminais da planta, ou seja, nos meristemas apicais do broto e da raiz, onde este estaria ativo (Frazão, 1983).

Três distintos mecanismos são responsáveis pelo efeito adverso da sua carência na síntese e no conteúdo protéico nas plantas. Primeiro, é um dos componentes da RNA polimerase que pela polimerização de nucleotídeos leva à síntese do RNA. Segundo, é um dos constituinte dos ribossomos e atua na manutenção da integridade estrutural destas organelas, e o terceiro mecanismo, em que regula a atividade da RNase (Faquin, 1994).

Pelo fato de controlar a hidrólise do RNA, atuando portanto na síntese protéica, estará diretamente relacionado à multiplicação celular. Em consequência disto, as plantas deficientes em zinco apresentam células menores e em menor número, o que ocasiona a redução dos internódios (Ferri, 1985).

2.4 - A interação Fósforo x Zinco

Segundo Olsen (1972), os estudos sobre a interação entre o fósforo e o zinco iniciaram-se em 1936, que foi usualmente definida como uma deficiência de zinco induzida pelo fósforo, sendo esta uma função da elevada disponibilidade de fósforo nos solos, decorrente das adubações, as quais podem induzir a sua deficiência nas plantas, podendo esta ser prevenida ou corrigida pela fertilização com zinco.

Este autor relata que diversas causas estão envolvidas na caracterização da interação entre o fósforo e zinco, destacando-se quatro possíveis causas como as mais importantes: a) a interação P x Zn no solo; b) a diminuição da taxa de translocação do zinco para a parte aérea; c) simples efeito de diluição sobre a concentração de Zn na parte aérea devido ao crescimento em resposta à adição de fósforo e; d) desordem metabólica no interior das células da planta, relacionada ao desequilíbrio entre fósforo e o zinco, ou à excessiva concentração de fósforo, que interferiria na função metabólica do zinco em certos sítios celulares. Além destas, Loneragan et al. (1979), cita que naqueles casos em que não há redução na concentração de zinco nos tecidos vegetais devido à adição do fósforo, o aparecimento de sintomas que revelam um crescimento anormal das plantas poderia estar relacionado à toxidez de fósforo e não à deficiência de zinco, ou ainda estes dois fenômenos poderiam estarem ocorrendo simultaneamente. Outros autores como; Lambert et al. (1979); Mc Grath e Robson (1984); Singh et al. (1986) e Marshner (1997), atentam para o fato das aplicações de fósforo ao solo poderem reduzir ou inibir a infecção das raízes por fungos micorrízicos, propiciando assim uma redução na absorção de zinco pelas raízes.

Nos primeiros estudos sobre a causa desta interação, suspeitava-se da formação de $Zn_3(PO_4)_2$, um composto insolúvel formado no solo, reduzindo a concentração de Zn na solução do solo a níveis deficientes. Brown, Krantz e Eddings (1970) notaram que os teores de fósforo e zinco extraíveis do solo não foram afetados pela adição de zinco e fósforo respectivamente, e os níveis destes apresentaram boas correlações com as suas respectivas absorções pelas plantas.

Warnock (1970), por sua vez, observou que a disponibilidade de zinco, determinada pelo extrator DTPA, foi 26% superior no solo que recebeu o fósforo em comparação à ausência da aplicação deste nutriente, e a absorção de zinco foi superior em plantas de milho nos solos fertilizados com fósforo.

Estas observações levam a crêr que a carência de zinco não é resultante da formação de $Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4 H_2O$ no solo, o que encontra respaldo num estudo de revisão sobre as formas de zinco nos solos e sua absorção pelas plantas, realizado por Lindsay (1972), o qual considera o composto $Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4 H_2O$, uma excelente fonte de zinco e fósforo para as plantas.

Ellis, Davis e Thurlon (1964) observaram que a adição de uma pequena quantidade de zinco resultava em uma drástica redução na concentração de P em folhas de feijoeiro adubado com altas doses de fertilizante fosfatado. Tal fato demonstra que elevadas doses de zinco talvez pudessem, por sua vez, reduzir a concentração de P em plantas deficientes ao ponto de induzir à deficiência deste elemento. Fato semelhante foi observado por Brown, Krantz e Eddings (1970) em um experimento com a cultura do milho doce, onde detectaram que a aplicação de fósforo tendia a acentuar a deficiência de zinco nas plantas que não haviam recebido este nutriente, porém as aplicações deste tendiam a acentuar os sintomas de carência de fósforo nas plantas que não haviam recebido o nutriente.

Têm-se observado, ainda, que altas doses de fósforo diminuem os teores de zinco na parte aérea de algumas plantas mas não nas raízes, o mesmo acontecendo com pequenas aplicações de zinco, as quais podem afetar o teor de fósforo nos tecidos vegetais. Este comportamento tem sido atribuído à diminuição da translocação de fósforo ou de zinco das raízes para a parte aérea das plantas.

Stukenholtz et al. (1966) detectaram uma ação depressiva do fósforo na absorção de zinco pelo milho, que promoveu decréscimos no teor de zinco nos nódios da planta (região normal de armazenamento em plantas com nutrição normal), mas não nas raízes. Brown, Krantz e Eddings (1970) verificaram que a aplicação de fósforo acentuava a deficiência de zinco em plantas de milho doce não adubadas com zinco, e as adições de zinco também podem levar a uma acentuada deficiência de fósforo naquelas que não foram adubadas com fósforo.

Em seus estudos com a adição de boro e zinco a substratos para o desenvolvimento de mudas de cafeeiro, Ezequiel (1980) concluiu que a adição de zinco na forma de sulfato de zinco, não afetou as características de crescimento e reduziu os teores de fósforo, cobre e cálcio.

O “efeito de diluição” pode ser definido como uma taxa de crescimento que excede à taxa de absorção de um dado nutriente com o conseqüente decréscimo ou diluição da sua concentração no tecido vegetal, sendo em alguns casos citado como fator relevante da interação $P \times Zn$, Lambert et al. (1979), Jarrell e Beverly (1981), Mac Grath e Robson (1984), Singh et al. (1986).

Marques (1990) e Barbosa (1994) observaram em seus estudos uma redução da concentração de zinco nos tecidos vegetais, decorrente da resposta em crescimento das plantas à aplicação do fósforo, caracterizando assim o “efeito de diluição” sobre o elemento zinco. Eles destacam o fato das adições de fósforo ao solo poderem reduzir ou inibir a infecção das raízes por fungos micorrízicos, reduzindo a absorção do zinco.

Mas o “efeito de diluição” também pode ocorrer com o nutriente fósforo (P), e isto foi observado por Christensen e Jackson (1981) que notaram tanto em plantas de milho como em plantas de batata uma redução da concentração de fósforo associada à uma resposta no crescimento das plantas, resultante da aplicação de zinco.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - Obtenção das sementes e formação das mudas

Foram utilizadas sementes extraídas de frutos maduros provenientes de plantas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) com dois anos de idade, sadias, vigorosas, coletados no Setor de Fruticultura (Pomar) da Universidade Federal de Lavras - UFLA. As mudas foram produzidas em bandejas plásticas, contendo 10 kg de areia lavada, as quais receberam irrigações constantes até atingirem o tamanho ideal para o transplântio (5 cm). As plantas foram transplantadas para recipientes plásticos contendo 2 dm³ de substrato, que foi constituído de uma amostra da camada subsuperficial de um Latossolo Vermelho Escuro distrófico, textura argilosa coletado no município de Lavras - Minas Gerais.

3.2 - Delineamento Experimental e Tratamentos

O presente estudo foi conduzido em delineamento de blocos casualizados, em esquema fatorial 4 x 3, com 12 tratamentos e 4 repetições, sendo cada parcela constituída por 2 vasos contendo 2 dm³ de um Latossolo Roxo (LR), coletado no município de Lavras - MG, cujas características químicas e físicas são apresentadas na Tabela 1. Os fatores envolvidos no estudo foram: 4 doses de fósforo (0, 150, 300 e 450 mg P.dm⁻³ de solo) e 3 doses de zinco (0, 5 e 10 mg Zn.dm⁻³ de solo). O fósforo foi aplicado na forma de superfosfato triplo e o zinco como sulfato de zinco (PA). O superfosfato triplo foi finamente moído e misturado ao solo até a completa homogeneização e o zinco foi aplicado via solução

TABELA 1 - Resultados das análises químicas e físicas do solo ao natural, antes da implantação do experimento. UFLA, Lavras - MG, 1998.

Propriedades químicas e físicas	Valores observados para a amostra
pH em água	5.4
P (mg . dm ⁻³)	1.0
K (mg . dm ⁻³)	33
Ca (cmol . dm ⁻³)	1.3
Mg (cmol . dm ⁻³)	0.8
Al (cmol . dm ⁻³)	0.1
H + Al (cmol . dm ⁻³)	1.9
SB (cmol . dm ⁻³)	2.2
t (col . dm ⁻³)	2.3
T (cmol . dm ⁻³)	4.1
m (%)	4
v (%)	54
M.O (dag . kg ⁻¹)	2.24
B (mg . dm ⁻³)	0.19
Zn (mg . dm ⁻³)	0.6
Areia (dag . kg ⁻¹)	29.0
Silte (dag . kg ⁻¹)	11.0
Argila (dag . kg ⁻¹)	60.0

* Análises realizadas nos laboratórios de Fertilidade do Solo e Física do Solo do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras.

Foi efetuada uma calagem, 15 dias antes da semeadura, utilizando-se o CaCO₃ (PA) como corretivo, que foi calculada segundo o método da saturação de bases proposto por Quaggio (1983), de modo a elevar o índice (V₂) a 80 %.

Antes do transplântio das mudas, cada vaso recebeu uma adubação de plantio, conforme a metodologia proposta por Malavolta (1980) para experimentos em casa de vegetação (Tabela 2), cujos os nutrientes foram aplicados na forma de solução. Os nutrientes N e K foram aplicados de modo parcelado, em forma de solução, sendo a primeira aplicação realizada por ocasião do transplântio e as seguintes aos 30, 60 e 90 dias após este.

TABELA 2 - Nutrientes, fontes e doses utilizadas na adubação básica de plantio para experimentos em casa de vegetação (Malavolta, 1980).

Nutrientes	Fontes	Doses (mg . kg ⁻¹ solo)
N	NH ₂ CONH ₂	300 ÷ 3
K	KCl,	150 ÷ 3
Mg	MgSO ₄ · 7 H ₂ O	15
S	MgSO ₄ · 7 H ₂ O	50
B	H ₃ BO ₃	0,5
Cu	CuSO ₄ · 5 H ₂ O	1,5
Mn	MnSO ₄ · 3 H ₂ O	3,0
Fe	FeSO ₄ · 7 H ₂ O	5,0
Cl	KCl	0,05
Mo	MoO ₄	0,1 *

3.3 - Condução do Experimento

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Ciência do Solo da UFLA, utilizando-se vasos plásticos com capacidade de 2 dm³ de solo, para os quais foram transplântadas uma planta com cerca de 5 cm de altura. A seguir foi realizada uma irrigação, de modo a favorecer a fixação do sistema radicular das mudas ao solo.

Para as irrigações foi utilizada água desmineralizada, mantendo-se o teor de umidade no solo próximo à 60% do V.T.P. (Volume total de poros) conforme a metodologia proposta por, Freire et al. (1980).

3.4 - Avaliações do Experimento

Após 30, 45, 60, 75, 90 e 105 dias do transplântio das mudas, realizaram-se as medições dos seguintes parâmetros: altura das plantas e número de folhas.

Por ocasião da colheita das plantas, avaliou-se a altura das plantas, número de folhas por planta e o diâmetro do colo, sendo que a altura, foi medida com régua graduada, medindo-se da superfície do solo até o ponto de inserção da gema apical, e o diâmetro do colo foi obtido com o auxílio de um paquímetro (precisão 0,05 mm).

A colheita das plantas foi efetuada aos 105 dias após o transplântio das mudas, sendo realizada nesta ocasião, a última avaliação da altura e do número de folhas das plantas. O material vegetal da parte aérea foi separado das raízes utilizando-se uma tesoura de poda, e após lavado com água desmineralizada, e colocadas em sacos de papel devidamente identificados, e a seguir foram levados para secar em estufa (70° C) com ventilação forçada de ar. As raízes foram separadas do substrato e cuidadosamente lavadas para retirada do excesso de solo, e a seguir colocadas em sacos de papel identificados e levadas para a secagem em estufa de ventilação forçada de ar como foi feito com a parte aérea.

Após a secagem do material da parte aérea e das raízes, foi realizada a pesagem da matéria seca de raízes e da parte aérea e após o material vegetal foi triturado em moinho tipo Willey para a determinação dos teores dos seguintes elementos: P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn.

3.5 - Análises químicas do solo

As análises químicas de pH em água, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Mn, Zn, Fe, Al^{+3} e acidez potencial foram realizadas conforme Vettori (1969) com modificações da EMBRAPA (1979), para o pH (água), acidez potencial ($H^+ + Al^{+3}$) método SMP - Ca, Mg e Al (extração com KCl 1N), P, K, (extraídos pelo Mehlich 1 - HCl 0,05 N + H_2SO_4 0,025 N). O teor de Enxofre no solo foi determinado por turbidimetria. Os micronutrientes, Boro e Zinco foram extraídos conforme a metodologia proposta por Raij et al. (1987).

3.6 - Análises químicas da matéria seca

As determinações dos teores de P, K, Ca, Mg, S, Cu, Mn, Zn e Fe na matéria seca da parte aérea e das raízes foram efetuadas segundo a metodologia proposta por Malavolta, Vitti e Oliveira (1989). Os extratos da matéria seca dos tecido foram obtidos mediante digestão nitroperclórica. As concentrações dos diferentes elementos no extrato serão assim determinadas: Ca, Mg, Cu, Mn, Zn e Fe por espectrofotometria de absorção atômica, P por colorimetria, K por fotometria de chama, S por turbidimetria.

3.7 - Análise estatística

Foram efetuadas análises de variância e regressão para os parâmetros avaliados no experimento: altura de plantas, diâmetro, matéria seca da parte aérea, das raízes e total, teores e quantidades acumuladas de P, K, Ca, Mg, S, Cu, Mn, Zn, Fe. Os resultados obtidos no experimento foram submetidos ao programa estatístico SANEST, para a realização das análises de variância e de regressão polinomial (Zonta, Machado e Silveira, 1984).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - Características de crescimento

Verifica-se pela Tabela 3 que a análise de variância acusou um efeito significativo dos tratamentos sobre o diâmetro do caule, a produção de matéria seca da parte aérea e das raízes do maracujá. Ocorreu efeito interativo entre as doses de fósforo e de zinco sobre a produção de matéria seca da parte aérea e das raízes, mas não ocorreu com o diâmetro do caule, pois houve apenas o efeito isolado das doses de fósforo e zinco. Nota-se, ainda, que as doses de zinco não apresentaram efeito sobre a produção de matéria seca das raízes, ocorrendo porém a interação com as doses de fósforo. Os resultados das análises de variância para a altura das planta e número de folhas serão apresentadas a frente, pois estas foram analisadas em esquema de parcelas subdividas no tempo.

TABELA 3 - Resumo dos resultados da análise de variância para o diâmetro do caule (DIAM), peso da matéria seca da parte aérea (PMSPA) e das raízes (PMSR) de mudas de maracujazeiro amarelo aos 120 dias. UFLA, Lavras, MG, 1998.

Causas da Variação	Graus de Liberdade	QUADRADOS MÉDIOS		
		DIAM	PMSPA	PMSR
Blocos	3	0.0128475	0.086601	0.003518
Zinco	2	0.0065942 **	0.9338334 **	0.0063371 ns
Fósforo	3	0.0286526 **	17.0633946 **	0.1085731 **
Zn x P	6	0.0006035 ns	0.3616871 **	0.0279786 **
Resíduo	33	0.0008304	0.0585951	0.0034458
C.V. (%)		11.328	18.812	12.594

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

ns - não significativo ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste F

A análise da produção de matéria seca da parte aérea (PMSPA) e das raízes (PMSR) revelou um ajuste a modelos quadráticos em resposta às doses de fósforo para cada um dos níveis de zinco, sendo este desdobramento da interação entre o fósforo e o zinco, o mais elucidativo na interpretação dos resultados. Para o diâmetro, não foi verificada ocorrência da interação entre o fósforo e o zinco, porém o mesmo apresentou comportamento linear em relação à estes nutrientes.

A produção de matéria seca da parte aérea e das raízes aumentou independente das doses de zinco (Tabela 4). A matéria seca das raízes aumentou linearmente com o fósforo nas doses 0 e 5 mg Zn.dm⁻³ de solo, o que não ocorreu na dose 10 mg Zn.dm⁻³ de solo. Na ausência da adição do fósforo, a dose de 5 mg Zn.dm⁻³ solo apresentou resultados superiores para a produção de matéria seca da parte aérea e das raízes; e a dose 450 mg P.dm⁻³ solo, aplicada na ausência do zinco, propiciou os melhores resultados para a produção de matéria seca tanto da parte aérea como das raízes. As mudas que apresentaram uma maior produção de matéria seca da parte aérea, revelando uma nutrição equilibrada, possivelmente mostrarão desempenho superior em crescimento, produção e qualidade dos frutos.

TABELA 4 - Efeito da interação fósforo x zinco sobre a produção de matéria seca da parte aérea (PMSPA) e das raízes (PMSR) de mudas de maracujá. UFLA, Lavras, MG, 1998.

DOSES DE ZINCO	DOSES DE FÓSFORO (mg P/kg solo)			
	0	150	300	450
Matéria seca da parte aérea (PMSPA)				
0.0 mg Zn/kg solo	0.3765	0.6273	1.5405	3.6567
5.0 mg Zn/kg solo	0.4330	0.5243	1.0493	2.9307
10.0 mg Zn/kg solo	0.3185	0.4398	1.1950	2.3495
Matéria seca das raízes (PMSR)				
0.0 mg Zn/kg solo	0.2353	0.3525	0.4990	0.6845
5.0 mg Zn/kg solo	0.3273	0.4000	0.4815	0.6233
10.0 mg Zn/kg solo	0.2732	0.6632	0.5825	0.4710

4.1.1 - Diâmetro do colo

Observa-se, pela Figura 1, que os incrementos nas doses de zinco propiciaram um decréscimo linear no diâmetro do caule das plantas. A cada aplicação de 5 mg Zn.dm^{-3} solo, o diâmetro das mudas de maracujá azedo deverá sofrer uma redução de 2 mm. Estes resultados diferem dos encontrados por Ezequiel (1980) que, estudando a influência da adição de boro e zinco ao substrato para a formação de mudas de café, fornecidos nas formas de sulfato de zinco e borax, verificou que as doses de zinco não afetaram o crescimento das mudas, inclusive o diâmetro do caule. Este autor cita como prováveis causas desta falta de resposta, a disponibilidade de zinco no solo, a adição fertilizantes químicos e o zinco presente no esterco de curral, os quais já teriam suprido a necessidade de zinco das plantas nesta fase de crescimento.

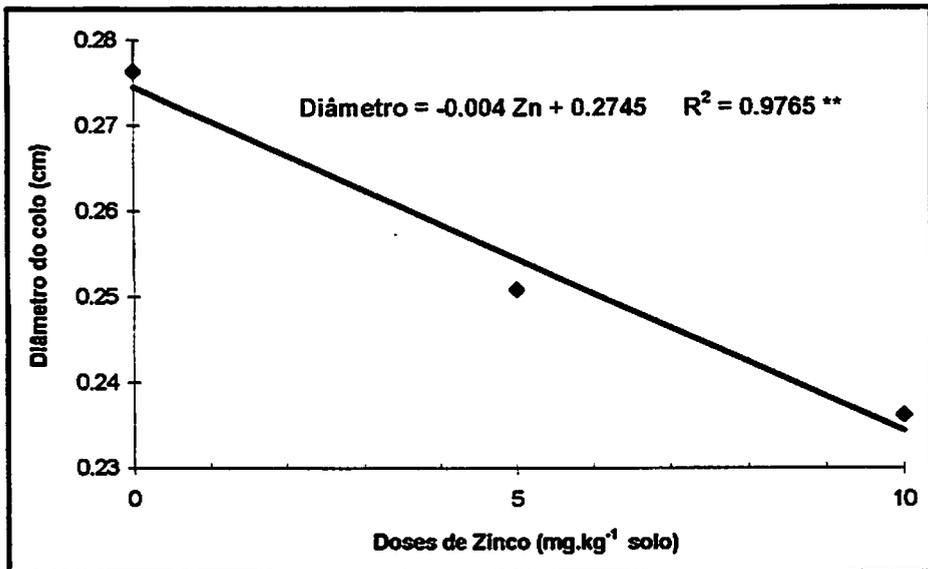


FIGURA 1 - Equação de regressão para o diâmetro do caule das mudas de maracujazeiro, com 120 dias de idade, em função das doses de zinco. UFLA, Lavras, M G, 1998.

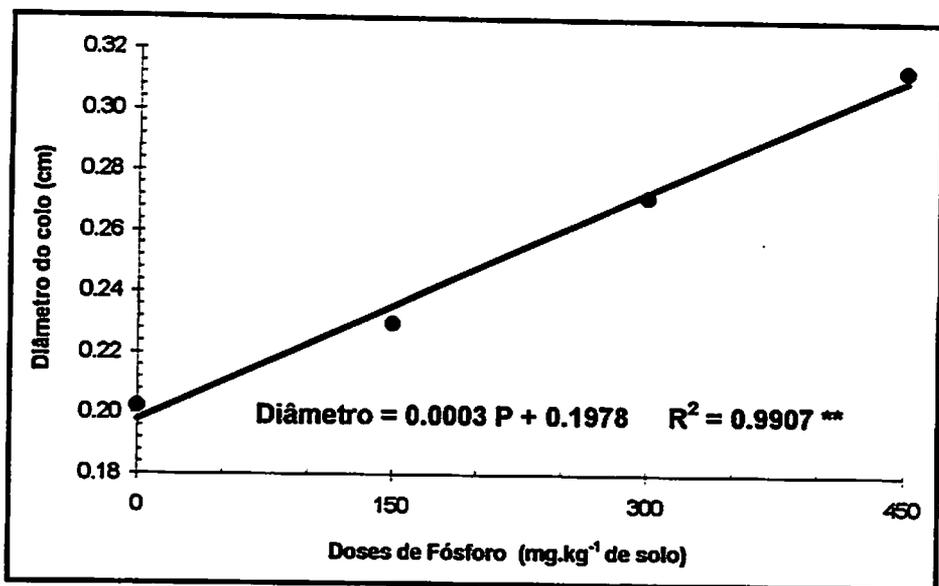


FIGURA 2 - Equação de regressão para o diâmetro do caule das mudas de maracujazeiro com, 120 dias de idade, em função das doses de fósforo. UFLA, Lavras, M G, 1998.

O diâmetro apresentou comportamento linear crescente com as doses de fósforo estudadas (Figura 2). A cada incremento de 150 mg P.dm⁻³ solo, o diâmetro das plantas deverá ser acrescido de 0,045 cm. Resultados positivos da adição de fósforo sobre o crescimento em diâmetro de diferentes espécies frutíferas têm sido relatados por diferentes autores, Cambraia (1979) e Lira (1990) com mudas de citros, Oliveira (1986) e Rocha (1987), com mudas de mamoeiro.

Estes resultados assemelham-se aos de Peixoto (1986) que, estudando o efeito da matéria orgânica, do superfosfato simples e do cloreto de potássio na formação de mudas de maracujazeiro, detectou aumentos no diâmetro do caule em função dos incrementos nas doses de fósforo em relação à ausência do mesmo.

Pelo maneira como a cultura é conduzida no campo, a seleção no viveiro de mudas vigorosa e com diâmetro superior, fará com que as mesmas tenham uma maior resistência à ação dos ventos, que poderia causar a quebra das plantas.

4.1.2 - Produção de matéria seca da parte aérea e das raízes

As equações de regressão para a produção de matéria seca da parte aérea são mostradas na Figura 3, onde se verifica que as equações apresentaram um comportamento quadrático crescente para as doses de fósforo dentro de cada um dos níveis de zinco estudados, contrário à matéria seca das raízes, que se ajustou ao modelo quadrático somente para máxima dose de fósforo, sendo que para as outras foi verificado um comportamento linear crescente (Figura 4).

A seleção de mudas sadias e vigorosas no viveiro, as quais apresentam uma maior produção de matéria seca tanto da parte aérea como das raízes, o que revela uma nutrição mais equilibrada, certamente lhes proporcionará uma maior resistência no campo às adversidades climáticas e também as pragas e doenças.

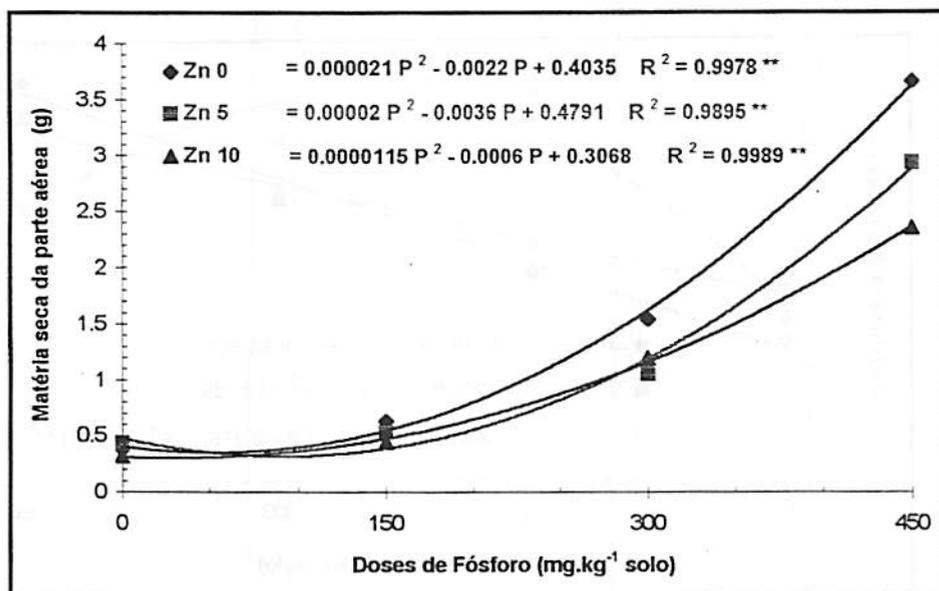


FIGURA 3 - Equações de regressão para a produção matéria seca da parte aérea de mudas de maracujazeiro com 120 dias de idade, em função das doses de fósforo e de zinco. UFLA, Lavras, MG, 1998.

Os maiores acréscimos na produção de matéria seca da parte aérea foram observados na dose de 450 mg P.dm⁻³ na ausência do zinco. Uma das razões para este resultado, poderia estar no teor natural de zinco no solo, que teria sido suficiente para suprir o crescimento das mudas, o qual poderia ainda estar aliado à mineralização da matéria orgânica pela calagem, que liberaria a um quantidade extra de zinco para ser absorvido pelas plantas. Marques (1990), estudando doses de fósforo e zinco na nutrição de porta enxertos de seringueira, detectou resposta semelhante para a produção de matéria seca total em função das doses de fósforo, cuja dose ótima estimada foi de 233,33 mg P.dm⁻³ de solo.

Vários autores relatam aumentos na produção de matéria seca de mudas de espécies frutíferas em relação aos incrementos nas doses de fósforo - Cambraia (1979), Silva (1981), Nicoli (1982), Lira (1990) com limoeiro 'cravo'; Oliveira (1986) e Rocha (1987) com o mamoeiro e Peixoto (1986) com o maracujazeiro.

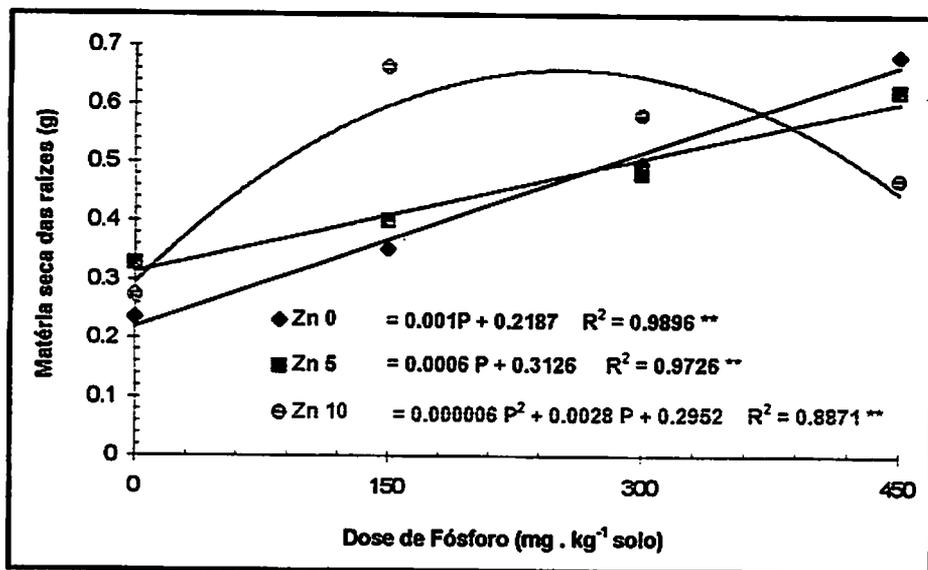


FIGURA 4 - Equações de regressão para a produção matéria seca das raízes de mudas de maracujazeiro com 120 dias de idade, em função das doses de fósforo e de zinco. UFLA, Lavras, MG, 1998.

A produção de matéria seca das raízes, apresentou crescimento linear nas doses 0 e 5 mg Zn.dm³ solo, sendo que para a dose de 10mg Zn.dm³ solo, visualiza-se um comportamento quadrático, cuja dose ótima estimada em 233,3 mg P.dm³ de solo. Os resultados relatados por Peixoto (1986) assemelham-se a estes, onde este detectou aumentos lineares na matéria seca das raízes em função dos acréscimos nas doses de superfosfato simples (3,0; 6,0 e 9,0 kg.m⁻³ de substrato) em relação à sua ausência no substrato.

4.1.3 - Altura das plantas e número de folhas

O resumo da análise de variância para as variáveis, altura e número de folhas das mudas do maracujazeiro amarelo é apresentado na Tabela 5 abaixo.

Tabela 5 - Resultados da análise de variância para as características: altura das plantas (ALTURA) e número de folhas (NUN-FOLHAS) do maracujazeiro amarelo. UFLA, Lavras - MG, 1998.

Causas da Variação	Graus de Liberdade	QUADRADOS MÉDIOS	
		ALTURA	NUN-FOLHAS
Blocos	3	79.5430	6.7179
Zinco	2	11.8479 **	1.2821 ns
Fósforo	3	148.4959 **	143.6398 **
Zinco x Fósforo	6	1.2411 ns	1.9071 ns
Resíduo (A)	33	1.1246	0.9047
Épocas	5	114.0488 **	154.6923 **
Resíduo (B)	15	0.5285	0.8601
Zinco x Épocas	10	0.3904 **	0.6009 **
Fósforo x Épocas	15	5.4514 **	3.7578 **
Zinco x Fósforo x Épocas	30	0.1109 ns	0.1439 ns
Resíduo (C)	165	0.0823	0.1111
C.V. (A) (%)		13.452	14.662
C.V. (B) (%)		9.222	14.296
C.V. (C) (%)		3.639	5.138

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

ns - não significativo ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste F

A análise de variância detectou que as variáveis altura das plantas e número de folhas, foram influenciadas pela interação entre as doses de zinco e épocas e também pelas doses de fósforo e as diferentes épocas de avaliação conforme foi mostrado na Tabela 5. O comportamento desta variáveis em relação as interações zinco x épocas e fósforo x épocas é exibido nas Tabelas 6 e 7.

São relatadas por diferentes autores respostas positivas à aplicação do fósforo na fase da formação de mudas em espécies frutíferas, Cambraia (1979), Silva (1981), Nicoli (1982), Carvalho (1987), Lira (1990) em citros, Oliveira (1986) e Rocha (1987) com mamoeiro e Peixoto (1986) com maracujazeiro.

TABELA 6 - Efeito da interação épocas x fósforo sobre a altura (ALTURA) e o número de folhas (N-FOLHAS) das mudas de maracujá. UFLA, Lavras, MG, 1998.

DOSES DE ZINCO	DOSES DE FÓSFORO (mg P.kg ⁻¹ solo)			
	0	150	300	450
Altura das plantas (ALTURA)				
Época 1	5.1833	5.6125	5.9625	6.7833
Época 2	5.5167	6.1167	6.7208	7.5750
Época 3	6.2250	7.1750	7.9000	9.0625
Época 4	6.5667	7.7875	8.7417	1.0292
Época 5	6.8917	8.4125	9.8500	11.5917
Época 6	7.1250	8.8167	10.9500	12.6250
Número de folhas (N-FOLHAS)				
Época 1	3.5000	4.1250	4.6250	5.2917
Época 2	4.1250	4.9167	5.4583	6.3750
Época 3	4.4167	5.3750	6.2500	7.1250
Época 4	5.0417	6.2500	7.4167	8.5833
Época 5	5.8333	7.1667	8.6250	10.3333
Época 6	6.1667	7.9583	9.5417	11.2083

Visualiza-se pelas Tabela 6 e 7, que independente da adição do zinco ou do fósforo, as plantas apresentaram acréscimos na altura e número de folhas com o decorrer das épocas de avaliação. De modo contrário ao verificado para as doses de fósforo, não foi a máxima dose de zinco que propiciou os maiores incrementos nos parâmetros avaliados, sendo notado que para a altura a dose de 5 mg Zn.dm⁻³ solo foi a mais efetiva, o que não foi observado no número de folhas. Estes resultados diferem dos encontrados por Ezequiel (1980) que, estudando Boro e Zinco em mudas de café, não detectou respostas à aplicação do zinco.

TABELA 7 - Efeito da interação épocas x zinco sobre a Altura (ALTURA) e o número de folhas (Nº FOLHAS) de mudas de maracujá. UFLA, Lavras, MG, 1998.

DOSES DE ZINCO	DOSES DE ZINCO (mg P.kg ⁻¹ solo)		
	0	5	10
Altura das plantas (ALTURA)			
Época 1	5.6719	6.0562	5.9281
Época 2	6.1781	6.7375	6.5312
Época 3	7.1469	7.9969	7.6281
Época 4	7.9031	8.6875	8.2531
Época 5	8.9344	9.6281	8.9969
Época 6	9.5750	10.4687	9.5938
Número de folhas (Nº FOLHAS)			
Época 1	4.500	4.3438	4.3125
Época 2	5.4063	5.2500	5.0000
Época 3	5.8750	5.7500	5.7500
Época 4	6.9375	6.7188	6.8125
Época 5	8.1250	7.7188	8.1250
Época 6	8.6563	8.3750	9.1250

Visualiza-se pela Figura 5 que a altura das mudas de maracujazeiro apresentaram crescimento linear em relação às épocas de avaliação em cada um dos níveis de zinco, sendo que o maior crescimento das plantas foi propiciado pela aplicação de 5 mg P.dm⁻³ solo. Para cada um dos níveis de zinco, esperam-se incrementos de 0,82 cm; 0,90 cm e 0,76 cm na altura das plantas a cada 15 dias.

Peixoto (1986) observou respostas na altura das plantas à aplicação da matéria orgânica e do superfosfato simples, sendo que para este verificou-se um ajuste quadrático, cuja dose ótima estimada foi 7,3 Kg superfosfato.m⁻³ substrato.

Do mesmo modo, o número de folhas das mudas, ajustou-se a modelos quadráticos em função das épocas de avaliação tanto na ausência como na presença do zinco, sendo que dose de 10 mg Zn.dm⁻³ solo, foi a mais efetiva em promover aumentos no número de folhas das mudas (Figura 6).

A altura apresentou crescimento linear em relação às diferentes épocas de avaliação para cada uma das doses de fósforo estudadas (Figura 7), destacando a dose de 450 mg P.dm⁻³ solo, como a mais eficiente em promover aumentos na altura das plantas. A cada época de avaliação, a altura das plantas deverá ser acrescida de 0,40 cm; 0,67 cm; 1,0 cm e 1,2 cm para cada um dos níveis de fósforo. O número de folhas, também sofreu influência das doses de fósforo e das épocas de avaliação, ajustando-se à modelos quadráticos, sendo verificado que, independentemente da dose fósforo aplicada, os maiores acréscimos foram notados na última época de avaliação, e na dose de 450 mg P.dm⁻³ solo (Figura 8)

Os resultados de Barbosa (1994) assemelham-se em parte a estes, sendo que este autor verificou que a interação entre o fósforo e o zinco influenciaram significativamente as características de crescimento das plantas.

Entretanto, Marques (1990) detectou que, a altura dos porta-enxertos de seringueira apresentou crescimento linear positivo em relação às doses de fósforo, diferentemente das demais variáveis que apresentaram comportamento quadrático.

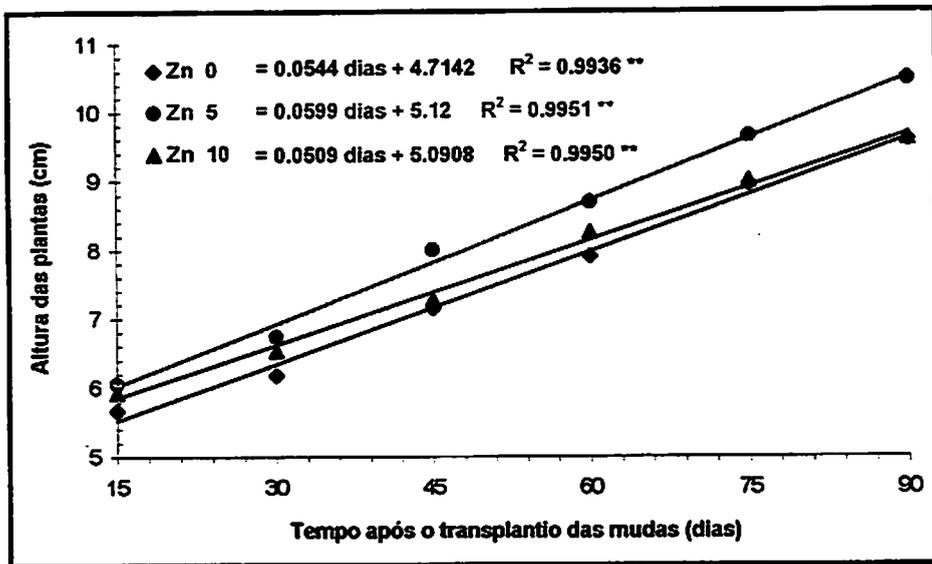


FIGURA 5 - Equações de regressão para a altura das plantas de maracujazeiro, em função das doses de zinco e do tempo após o transplante das mudas. UFLA, Lavras, MG, 1998.

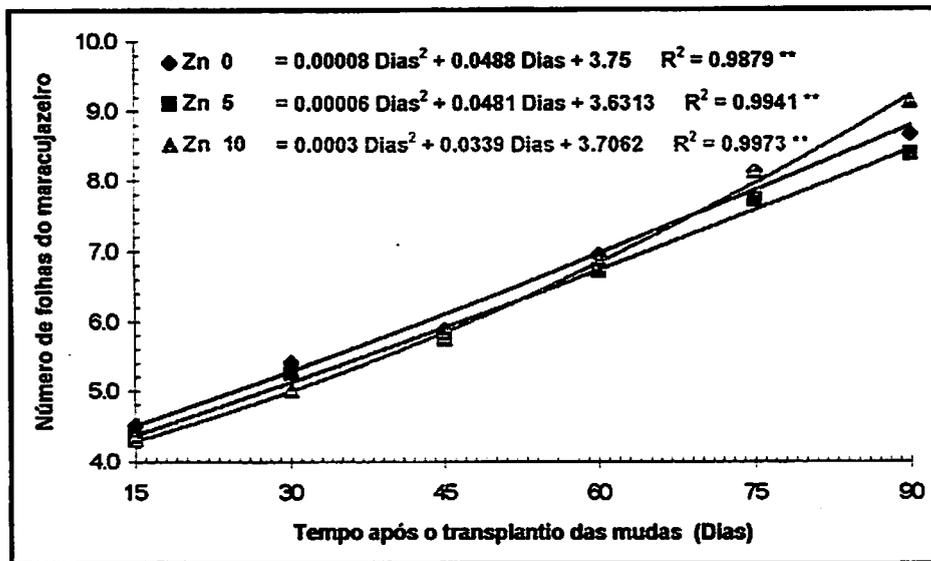


FIGURA 6 - Equações de regressão para o número de folhas do maracujazeiro, em função das doses de zinco e do tempo após o transplante das mudas. UFLA, Lavras, MG, 1998.

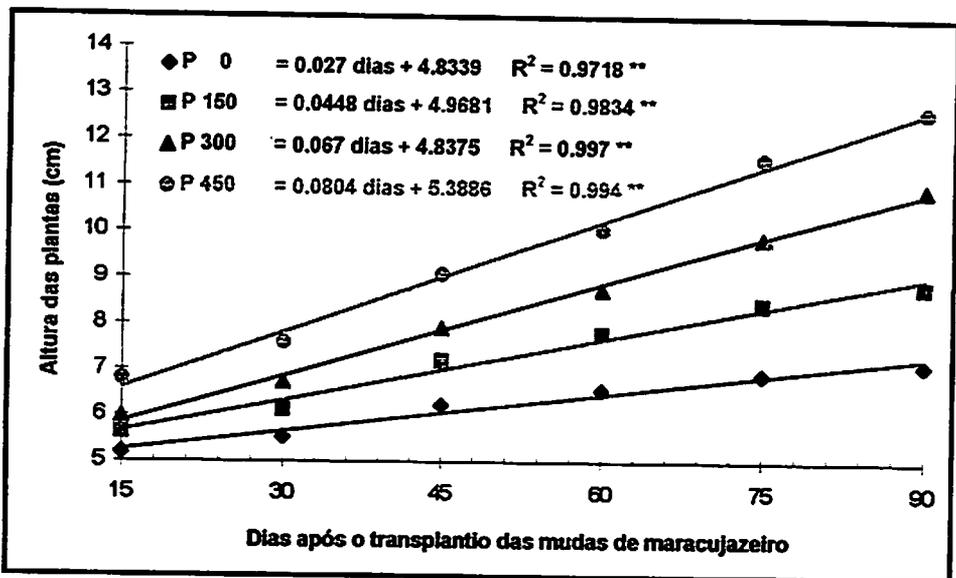


FIGURA 7 - Equações de regressão para a altura das plantas de maracujazeiro, em função das doses de fósforo e do tempo após o transplântio das mudas. UFLA, Lavras, MG, 1998.

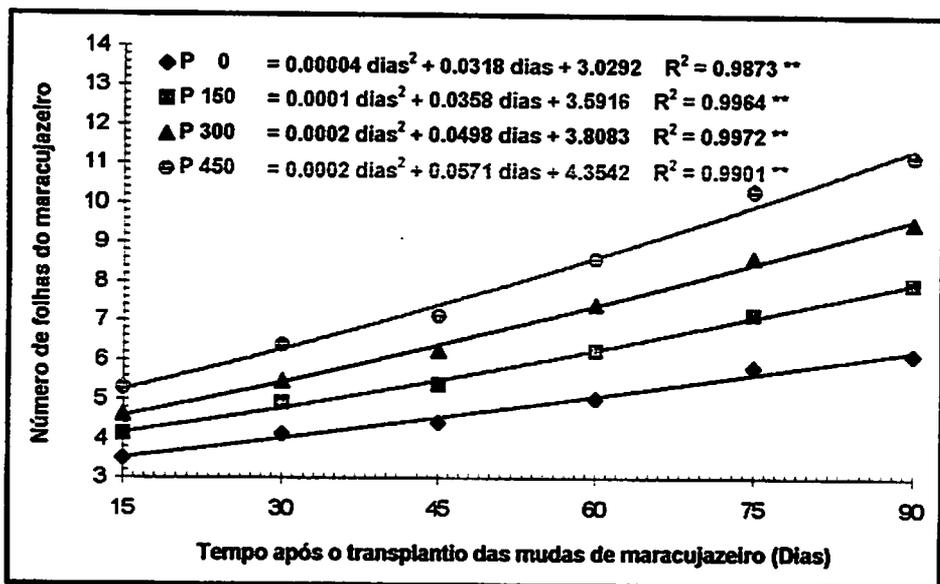


FIGURA 8 - Equações de regressão para o número de folhas do maracujazeiro, em função das doses de fósforo e do tempo após o transplântio das mudas. UFLA, Lavras, MG, 1998.

4.2 - Análise dos macronutrientes na matéria seca da parte aérea

O resumo dos resultados das análises de variância para os teores e os acúmulos de P, K, Ca, Mg e S na matéria seca da parte aérea de mudas de maracujzeiro amarelo são mostrados nas Tabelas 8 e 9.

TABELA 8 - Resumo da análise de variância para o teor dos macronutrientes na matéria seca da parte aérea de mudas do maracujzeiro amarelo, aos 120 dias. UFLA, Lavras, MG, 1998.

Causas da variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS				
		P	K	Ca	Mg	S
BLOCOS	3	0.0324	17.3038	6.1056	3.7895	3.2822
ZINCO (Zn)	2	0.004 ns	218.613**	338.479**	13.967 **	13.806 **
FÓSFORO (P)	3	0.028 **	71.761 **	94.589 **	17.909 **	1.280 **
Zn x P	6	0.018 **	23.709 **	26.937 **	1.906 **	0.462 **
RESÍDUO	33	0.005	2.656	3.296	0.447	0.129
C.V.		13.64	9.17	8.76	18.99	11.94

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

ns Não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

TABELA 9 - Resumo da análise de variância para o acúmulo de macronutrientes na matéria seca da parte aérea de mudas do maracujzeiro amarelo, aos 120 dias. UFLA, Lavras, MG, 1998.

Causas da variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS				
		P	K	Ca	Mg	S
BLOCOS	3	0.1327	12.4479	31.3868	4.8223	1.7929
ZINCO (Zn)	2	0.386 **	71.194 ns	12.245 ns	0.211ns	4.242 **
FÓSFORO (P)	3	9.000 **	4885.32 **	5397.37 **	122.265 **	127.564 **
Zn x P	6	0.377 **	135.10 **	124.105 **	6.008 **	0.585 ns
RESÍDUO	33	0.027	24.034	19.614	0.693	0.283
C.V.		20.69	21.70	18.27	21.77	14.45

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

ns Não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Observa-se pela tabela 8 que tanto as doses dos nutrientes estudados em separado como combinadas exerceram influência significativa sobre os teores dos macronutrientes na matéria seca da parte aérea de mudas de maracujá, fazendo-se exceção aos teores de fósforo, os quais não foram afetados pelas doses de zinco estudadas, mas foram pelas de fósforo e pela ação conjunta dos dois elementos.

Depreende-se dos resultados apresentados que ocorreu efeito altamente significativo da interação entre o fósforo e zinco sobre as quantidades acumuladas dos macronutrientes (Tabela 9), exceção feita aos teores de enxofre encontrados, os quais foram afetados isoladamente pelas doses de fósforo e zinco. Percebe-se também que as doses de zinco estudadas não influenciaram nas quantidades acumuladas de potássio, cálcio e magnésio na matéria seca da parte aérea das mudas do maracujazeiro, afetando estas, porém, os teores de fósforo e enxofre.

4.2.1 Fósforo

Os teores e as quantidades acumuladas de P nas plantas foram afetados pela interação entre as doses de fósforo e zinco estudadas (Tabela 1A). Os teores e as quantidades acumuladas de fósforo na matéria seca da parte aérea do maracujá variaram em resposta à aplicação das doses crescentes de fósforo independentemente da aplicação do zinco.

Verifica-se pela figura 9 que os teores de fósforo na matéria seca da parte aérea seguiram um comportamento quadrático para as doses 0 e 5 mg Zn.dm⁻³ de solo e apresentaram ajuste linear crescente para dose de 10 mg Zn.dm⁻³ de solo. A dose 450 mg P.dm⁻³ de solo promoveu o máximo acúmulo de fósforo na matéria seca da parte aérea para as doses 0 e 5 mg Zn.dm⁻³ de solo. Para a dose de 5,0 mg Zn.dm⁻³ de solo, foram estimadas 389,5 mg P.dm⁻³ de solo como a dose ótima capaz de promover a máxima absorção do fósforo.

Marques (1990) relata que somente as doses de fósforo tiveram efeito sobre o teor e a quantidade acumulada de P nas plantas, observando a existência de efeitos quadráticos sobre todas variáveis, sendo 300 mg P.dm⁻³ de solo a dose ótima capaz de proporcionar a obtenção dos maiores teores e acúmulos de P na matéria seca das mudas de maracujazeiro amarelo.

Este maior crescimento das plantas em relação à dose estimada de 300 mg P.dm⁻³ de solo pode ajudar a explicar este maior acúmulo de fósforo observado na referida dose deste nutriente. É fato conhecido e relatado na literatura que a deficiência de fósforo pode ocasionar sensível redução no crescimento das plantas, principalmente pelo papel fisiológico deste nutriente, que está diretamente relacionado aos processos de transferência de energia nas reações fisiológicas da planta.

O comportamento das quantidades acumuladas de fósforo na matéria seca da parte aérea do maracujá são mostrados na Figura 10. Pode-se verificar que os acúmulos de fósforo ajustaram-se à modelos quadráticos crescentes, os quais nos permitem dizer que a dose de 450 mg P.dm⁻³ de solo é a que proporcionou os maiores acúmulos de fósforo na matéria seca das mudas de maracujá amarelo.

Os aumentos nas quantidades acumuladas de fósforo já eram esperados uma vez que aumentando sua disponibilidade no solo por meio da aplicação exógena do mesmo, a planta teria condições de absorver maior quantidade deste elemento, o que poderia vir a refletir de forma positiva na produção de matéria seca das plantas de maracujá. Entretanto ressalta-se que os aumentos na absorção de fósforo serão benéficos até uma determinada concentração do mesmo na solução do solo, a partir desta poderão ocorrer distúrbios fisiológicos em virtude do excesso na absorção de fósforo, o qual influenciaria de forma negativa a absorção e assimilação de outros nutrientes, onde ressaltamos o zinco.

As mudas, que apresentaram concentração de fósforo superior, deverão apresentar um melhor desenvolvimento no campo, refletindo numa maior produção.

Takkar et al. (1976) demonstram que a aplicação no solo de elevadas doses de fósforo pode reduzir a absorção de zinco pelas plantas. Marques (1990) constatou diminuição da quantidade acumulada de zinco na parte aérea de porta-enxertos de seringueira, possivelmente decorrente da menor translocação deste nutriente em função das elevadas doses de fósforo aplicadas ao solo.

Barbosa (1994) trabalhando com aroeira-do-sertão, detectou o efeito da interação P x Zn nas quantidades acumuladas de P nas plantas. O acúmulo de P no caule e nas folhas denotou um comportamento quadrático, ajustado pelas equações de regressão em função das doses de P para quaisquer dos níveis de zinco. No caule as doses ótimas (máximas) estimadas foram 271, 117 e 372 mg P.kg⁻¹ solo para as doses 0, 5 e 10 mg Zn.kg⁻¹ solo; nas folhas as doses ótimas estimadas foram 369, 101 e 417 mg P.kg⁻¹ de solo para as respectivas doses de zinco.

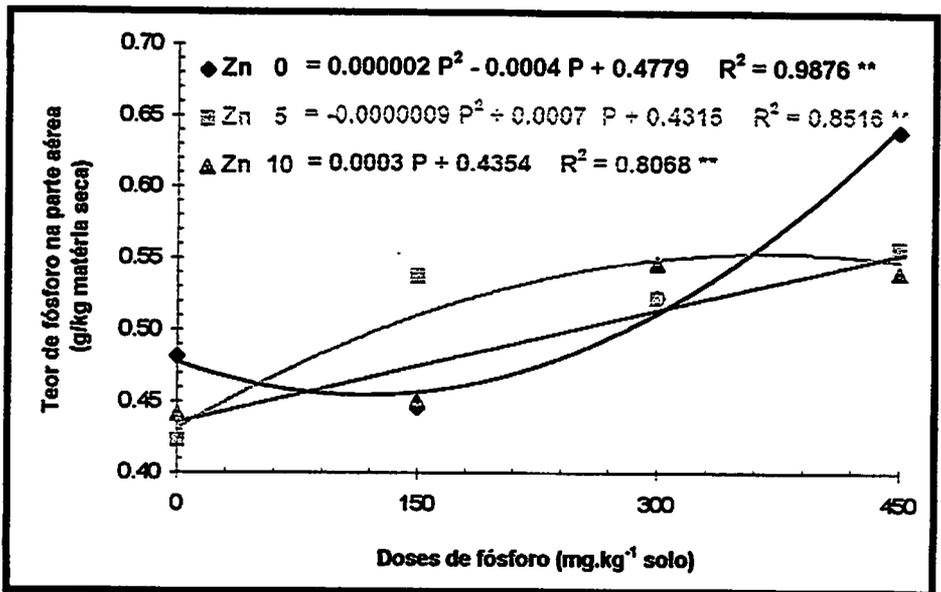


FIGURA 9 - Teor de fósforo na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro aos 120 dias, em função de doses de fósforo e zinco. UFLA, Lavras, MG, 1998.

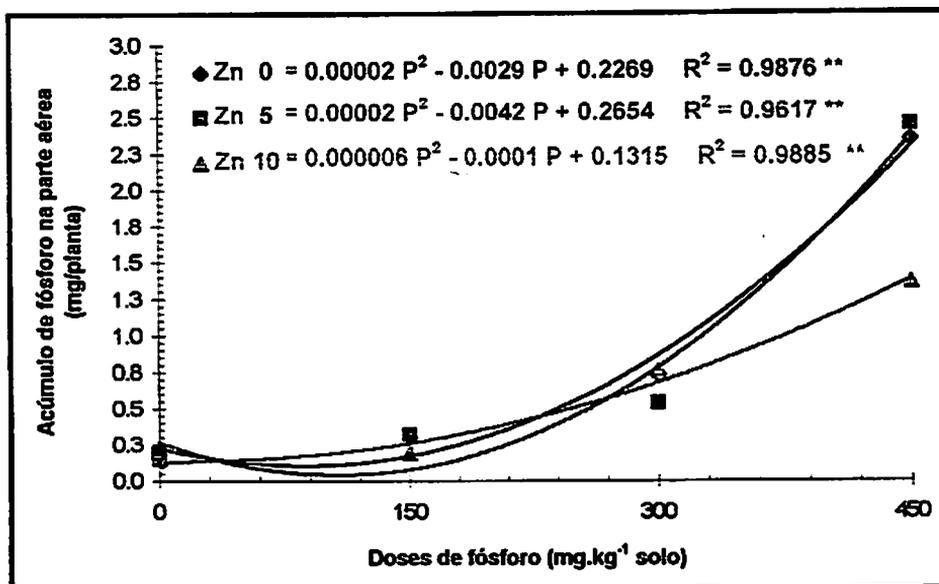


FIGURA 10 - Quantidades acumuladas de fósforo na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro aos 120 dias, em função das doses de fósforo e de zinco UFLA, Lavras, MG, 1998.

4.2.2. Potássio

As variações na concentração e nas quantidades acumuladas de potássio na matéria seca da parte aérea das mudas do maracujazeiro amarelo são exibidas no Tabela 2A.

A ação combinada das doses de fósforo e de zinco proporcionou alterações nos teores de potássio na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro (Figura 11). O comportamento dos teores de K na planta, em função das doses de fósforo aplicadas na presença ou não do zinco, foi diferenciado entre as doses 0, 5 e 10 mg Zn.dm⁻³ solo. Nas doses 0 e 10 o ajuste deu-se de forma quadrática, porém para a dose de 5 mg Zn.dm⁻³ solo os teores apresentaram-se de forma linear decrescente.

O acúmulo de potássio na matéria seca da parte aérea do maracujá amarelo foi influenciado pela interação entre o P e o Zn, sendo este ajustado pela equação de regressão a modelos quadráticos. Este comportamento assemelha-se muito ao verificado para o acúmulo de fósforo. Isto reforça o “efeito de diluição”, demonstrando que o teor de K diminuiu nas maiores doses de fósforo em resposta a um maior crescimento das plantas observados na maior dose de P, o que pode ser confirmado pela Figura 12, onde se visualiza que as quantidades acumuladas de K na matéria seca da parte aérea foram crescentes com as doses de fósforo aplicadas. Marques (1990) verificou que, somente as doses de fósforo promoveram variações nos teores e acúmulos de potássio na matéria seca da parte aérea, demonstrando a ocorrência do efeito de diluição. Os teores de K decresceram com os incrementos nas doses de fósforo, aos quais se alia o fato dos acúmulos de potássio terem sido crescentes até a dose ótima estimada de 243 mg P.dm⁻³ de solo.

Em seus estudos, Barbosa (1994) registrou a ocorrência da interação P x Zn sobre os teores e o acúmulo de K na aroeira-do-sertão. Nas folhas o teor teve comportamento quadrático nas doses 0 e 5 mg Zn/dm³, sendo observado ajuste linear para a máxima dose de zinco. Os pontos ótimos estimados para as doses 0 e 5 mg Zn/dm³ foram respectivamente 303 e 281 mg P/dm³ solo.

Carvalho et al. (1996), realizando estudos de marcha de absorção de nutrientes pelo maracujazeiro amarelo, detectaram que o acúmulo dos nutrientes na matéria seca total, raízes e da parte aérea, teve comportamento quadrático crescente com o maior acúmulo acontecendo entre as épocas 30 e 40, cuja ordem de acumulação dos nutrientes foi a seguinte: N > K > Ca > P > Mg > S.

O potássio confere às plantas maior resistência ao acamamento, pois um dos reflexos da deficiência deste nutriente é o acamamento das plantas. Assim, aquelas mudas que apresentarem teores adequados de potássio, possivelmente oferecerão uma maior resistência à ação danosa dos ventos.

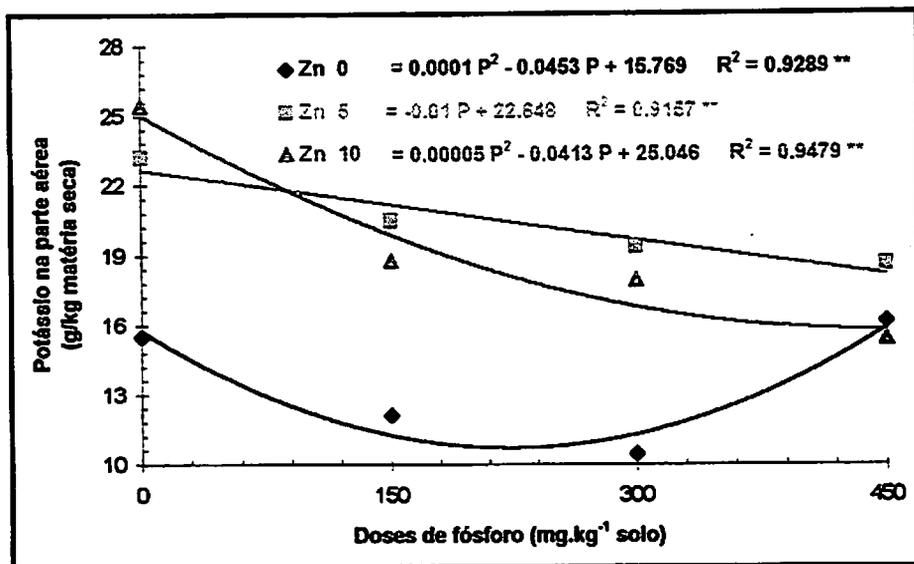


FIGURA 11 - Teor de potássio na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro aos 120 dias, em função de doses de Fósforo e Zinco. UFLA, Lavras, MG, 1998.

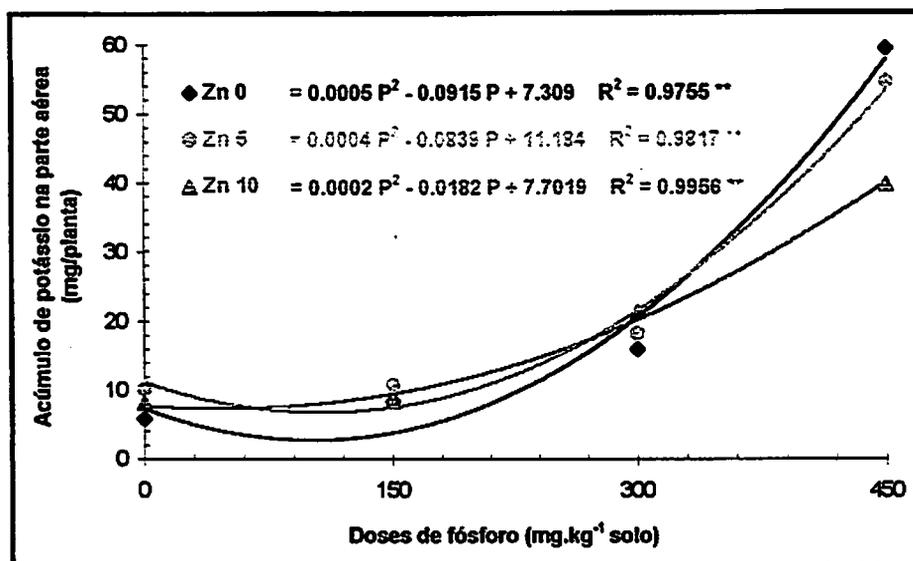


FIGURA 12 - Quantidades acumuladas de potássio na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro aos 120 dias, em função das doses de Fósforo e Zinco. UFLA, Lavras, MG, 1998.

4.2.3. Cálcio

As variações nos teores e acúmulos de cálcio na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro em função das doses de fósforo são exibidas no Quadro 3A.

A concentração de cálcio observada nas doses 0 e 10 mg Zn.dm⁻³ solo decresceu linearmente com as doses de fósforo aplicadas, porém foi verificado, para a dose 5 mg Zn .dm⁻³, solo um ajuste quadrático (Figura 13). A redução nos teores de Ca em função dos incrementos nas doses de fósforo, pode ser esclarecido pelo “efeito de diluição” ao qual corroboram-se as curvas da Figura 14, onde se registra que houve aumentos crescentes nas quantidades acumuladas de Ca na matéria seca da parte aérea das plantas. Verifica-se pela figura 14 que, as doses de fósforo induziram variações na quantidade acumulada de cálcio na parte aérea das mudas do maracujá tanto na ausência como na presença do zinco. Os maiores acréscimos no acúmulo de cálcio na parte aérea foram verificados na ausência da adição do zinco e presença da máxima dose de fósforo.

Estes resultados assemelham-se aos de Barbosa (1994) que notou a influência da interação P x Zn no acúmulo de cálcio no caule e nas folhas da aroeira-do-sertão, porém houve crescimento linear da quantidade acumulada de cálcio em função do fósforo para a mínima dose de zinco, sendo que 0 e 5 mg Zn/kg solo acompanharam um comportamento quadrático, estimando-se como doses ótimas, 360 e 140 mg P.kg⁻¹ de solo. Entretanto diferem de Marques (1990) que detectou somente respostas à aplicação do fósforo, comportando-se de forma quadrática com o mínimo estimado em 196 mg P.dm⁻³ solo para os teores de Ca nas folhas, e foram observados acréscimos no acúmulo de Ca na matéria seca da parte aérea.

Peixoto (1986) notou que os teores de cálcio da parte aérea do maracujazeiro apresentavam relação linear com a adição do fósforo (S.S.) que, a cada 3,0 kg de superfosfato simples, espera-se um aumento de 0,07 % de cálcio na parte aérea.

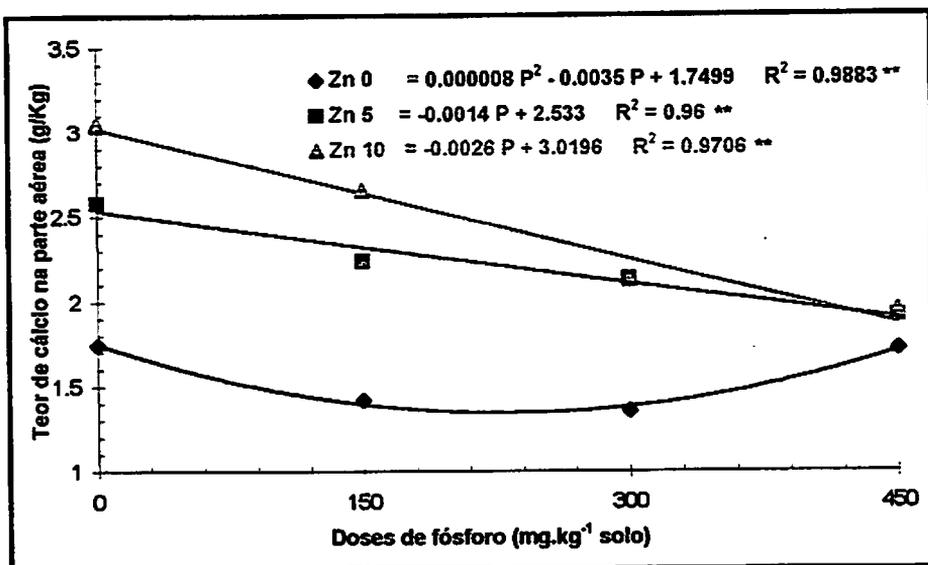


FIGURA 13 - Teor de cálcio na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro, aos 120 dias, em função das doses de fósforo e zinco. UFLA, Lavras, MG, 1998.

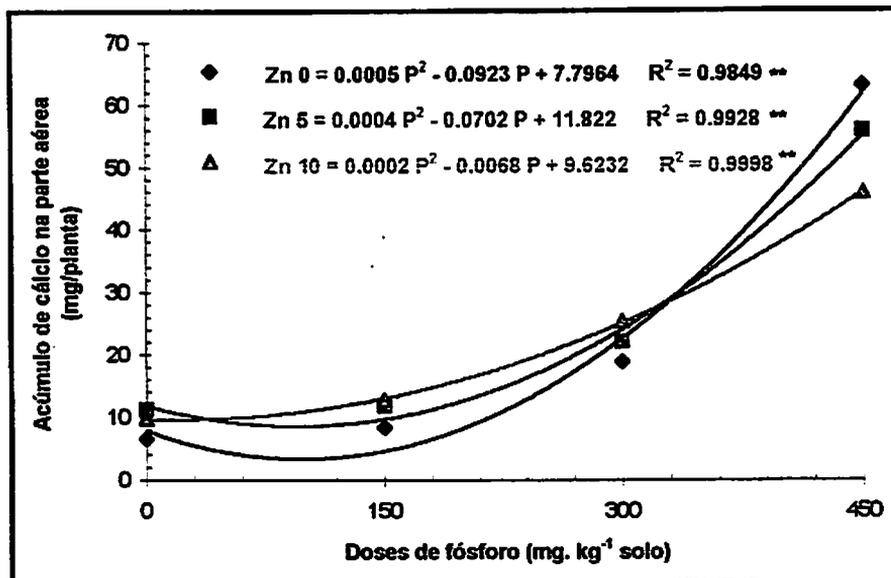


FIGURA 14 - Quantidades acumuladas de cálcio na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro aos 120 dias, em função de doses de fósforo e zinco. UFLA, Lavras, MG, 1998.

4.2.4. Magnésio

Os incrementos nas doses de fósforo induziram variações nas quantidades acumuladas de Mg na parte aérea independente da presença do zinco (Tabela 4A).

Os teores e as quantidades acumuladas de Magnésio na matéria seca da parte aérea foram influenciados pela interação entre as doses de fósforo e de zinco, sendo revelados para estes ajustes a modelos quadráticos, comportamentos que são mostrados nas Figuras 15 e 16, respectivamente. De modo análogo aos nutrientes K e Ca, visualiza-se também para este a existência do “efeito de diluição”, que pode ser entendido como um decréscimo nos teores do nutriente em função de incrementos nas doses do elemento em carência (P), aliado ao maior crescimento das plantas, em resposta aos aumentos nas doses do elemento em estudo.

Marques (1990) verificou que somente o fósforo influenciou o acúmulo de Mg na matéria seca da parte aérea do maracujá. Por outro lado, Barbosa (1994), observou a ocorrência da interação entre o fósforo e o zinco, encontrando ajuste lineares P nas doses 0 e 5 mg Zn.dm⁻³ e, para a dose de 10 mg Zn.dm⁻³, comportamento quadrático, e a dose ótima estimada foi 295 mgP.dm⁻³.

O Magnésio é um nutriente muito importante para a cultura do maracujá, na fase jovem, na qual a omissão deste elemento propicia uma substancial redução no crescimento das plantas. Este elemento é de grande importância para as plantas, pois é um dos componentes da molécula de clorofila, e está diretamente relacionado ao P e ao metabolismo energético dos vegetais. Os sistemas enzimáticos que transferem dos radicais fosfatados ricos em energia aos diversos processos metabólicos, exigem o Mg como ativador (Ruggiero et. al., 1996).

Carvalho et al. (1996) relata que o magnésio é um dos macronutrientes menos exigidos pelas plantas jovens, superando apenas o enxofre, sendo esta a ordem de acumulação nos diferentes órgãos: Mg parte aérea > Mg raiz.

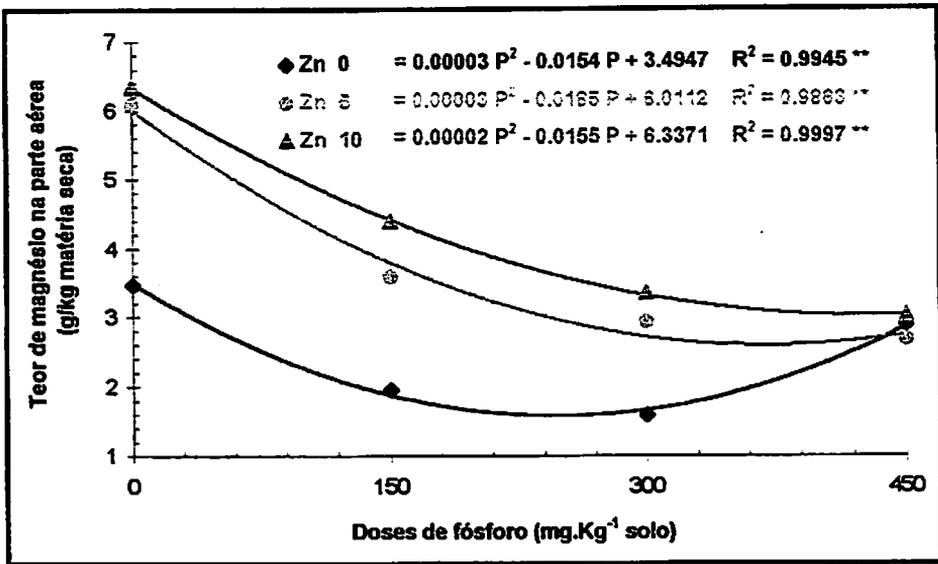


FIGURA 15 - Teor de magnésio na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro aos 120 dias, em função de doses de fósforo e zinco. UFLA, Lavras, MG, 1998.

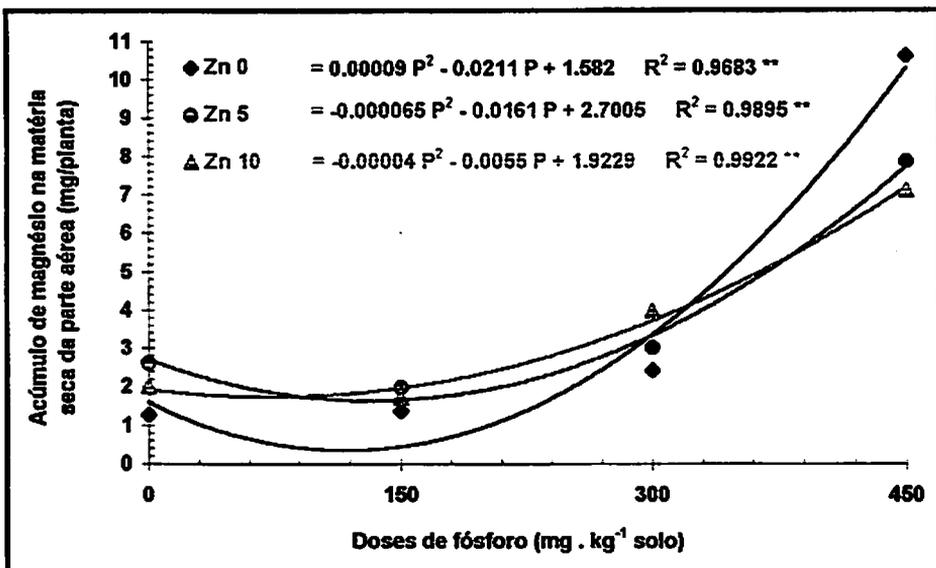


FIGURA 16 - Quantidades acumuladas de magnésio na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro aos 120 dias, em função de doses de fósforo e zinco. UFLA, Lavras, MG, 1998.

4.2.5. Enxofre

As variações nos teores e nas quantidades acumuladas de S na matéria seca da parte aérea em função das doses de fósforo e zinco estudadas são exibidas nas Figuras 17 e 18 e os valores observados estão apresentados na Tabela 5A.

Visualiza-se pela Figura 17 que os teores de enxofre foram influenciados pela combinação das doses de P e Zn estudadas, entretanto notam-se somente variações nos teores de S nas doses 0 e 10 mg Zn.dm⁻³ de solo em função das doses de fósforo, não sendo detectado nenhum ajuste para a dose de 5,0 mg Zn.dm⁻³ de solo. Estes resultados diferem dos relatados por Marques (1990) que registrou um aumento pouco acentuado dos teores de S nas folhas em função das doses de P.

Comparando-se as Figuras 17 e 18, detecta-se que houve a ocorrência do “efeito de diluição”, pois as reduções nos teores de S em relação às doses de fósforo são acompanhadas de aumentos nas quantidades acumuladas de S na matéria seca.

Durante seus estudos com a aroeira-do-sertão, Barbosa (1994) encontrou que os teores de S na matéria seca das folhas ajustaram-se a modelos quadráticos, sendo estimadas como ótimas as seguintes doses 294, 255 e 373 mg P.dm⁻³ de solo, respectivamente, para os níveis 0, 5 e 10 de zinco.

O acúmulo de enxofre na matéria seca da parte aérea deu-se de forma muito semelhante nas 3 doses de zinco independente da adição do fósforo. Estes resultados assemelham-se aos encontrados por Barbosa (1994), em que o acúmulo de enxofre foi crescente de forma linear para as doses 0 e 10 mg Zn.dm⁻³ de solo, diferindo na dose 5 mg Zn.dm⁻³ de solo, onde se notou um comportamento quadrático crescente. Marques (1990) detectou um comportamento quadrático para as quantidades acumuladas de S na matéria seca das folhas, estimando como dose ótima um valor em torno de 300 mg P.dm⁻³ de solo, o qual promoveria máximo acúmulo de S e a maior produção de matéria seca total da seringueira.

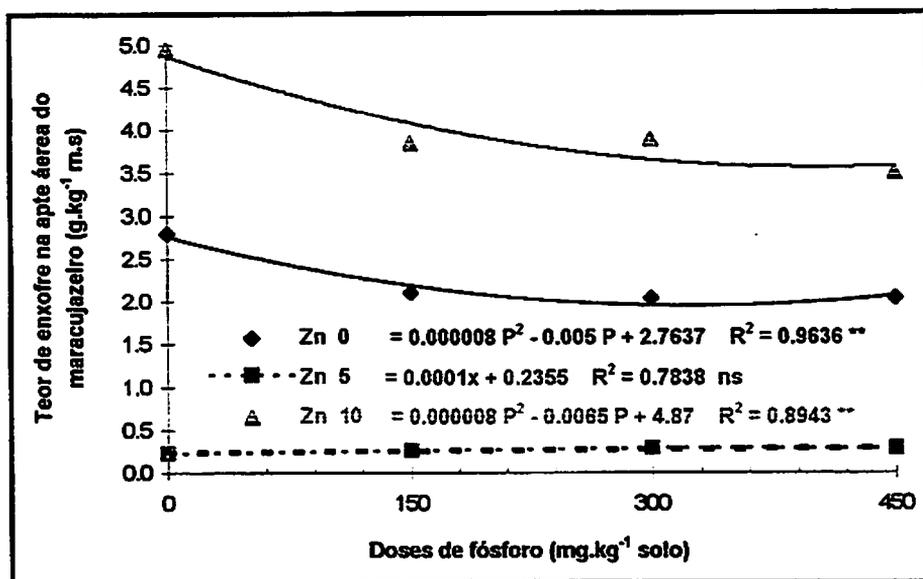


FIGURA 17 - Teor de enxofre na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro aos 120 dias, em função de doses de fósforo e zinco. UFLA, Lavras, MG, 1998.

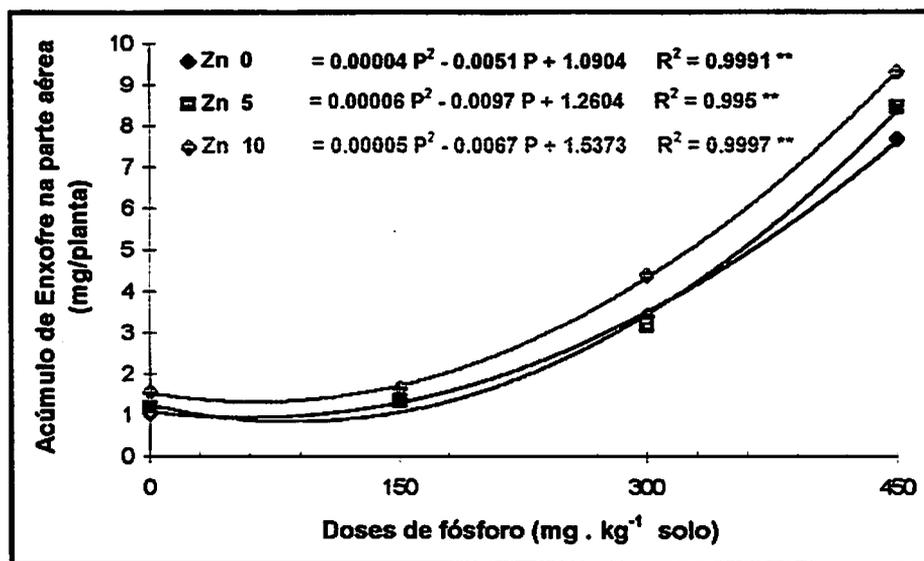


FIGURA 18 - Quantidades acumuladas de enxofre na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro aos 120 dias, em função de doses de fósforo e zinco. UFLA, Lavras, MG, 1998.

4.3 - Análise dos micronutrientes na matéria seca da parte aérea

Nas Tabelas 10 e 11, são mostradas as análises de variância para os teores e os acúmulos de Cu, Fe, Mn e Zn na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro.

TABELA 10 - Resumo da análise de variância para os teores de micronutrientes na matéria seca da parte aérea de mudas do maracujazeiro amarelo aos 120 dias. UFLA, Lavras, MG, 1998.

Causas da variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS			
		Cobre	Ferro	Manganês	Zinco
BLOCOS	3	2.3839	13.3947	1915.5107	6.1262
ZINCO	2	17.91 **	20.15 ns	119.93 ns	227.15 **
FÓSFORO	3	114.03 **	1504.92 **	270.90 **	255.80 **
Zn x P	6	21.27 **	419.05 **	192.20 **	48.66 **
RESÍDUO	33	1.99	23.61	51.58	5.21
C.V. (%)		16.49	28.27	11.56	7.08

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

ns Não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

TABELA 11 - Resumo da análise de variância para as quantidades acumuladas de micronutrientes na matéria seca da parte aérea das mudas do maracujazeiro amarelo aos 120 dias. UFLA, Lavras, MG, 1998.

Causas da variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS			
		Cobre	Ferro	Manganês	Zinco
BLOCOS	3	10.4075	10.3089	2084.2377	108.5426
ZINCO	2	41.98 **	715.86 **	3212.78 **	562.18 **
FÓSFORO	3	611.33 **	845.83 **	0181.11 **	13590.74 **
Zn x P	6	33.12 **	442.22 **	1253.13 **	192.61 **
RESÍDUO	33	2.89	20.76	143.47	14.56
C.V. (%)		18.45	29.42	16.54	9.86

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

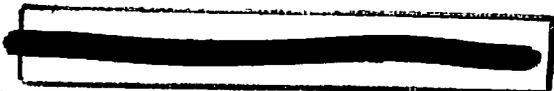
ns Não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Percebe-se, nas tabelas acima, que a interação entre as doses de fósforo e de zinco proporcionou variações nos teores e quantidades acumuladas dos micronutrientes na matéria seca da parte aérea, sendo também observado o efeito isolado das diferentes doses destes nutrientes sobre o teor e o acúmulo dos micronutrientes na parte aérea do maracujá.

Verifica-se pelas Tabelas 10 e 11 que a aplicação conjunta do fósforo e do zinco afetou significativamente a concentração e o acúmulo dos micronutrientes na matéria seca das raízes, o mesmo sendo observado para a aplicação isolada das crescentes doses de fósforo. Por outro lado, foi observado que a aplicação isolada das doses de zinco, somente não afetaram de modo significativo os teores de zinco e cobre detectados na matéria seca das raízes do maracujá.

Resultados semelhantes foram obtidos por Barbosa (1994) que verificou o efeito da interação entre as doses de fósforo e zinco sobre os teores e os acúmulos de micronutrientes na matéria seca das mudas de aroeira do sertão. Entretanto diferem dos obtidos por Marques (1990) que, estudando os efeitos do fósforo e do zinco na nutrição e crescimento de porta-enxertos de seringueira, notou que os teores e os acúmulos dos micronutrientes Fe, Cu e Mn na matéria seca das raízes eram influenciados somente pela aplicação isolada de doses crescentes de fósforo, sendo observado somente a existência do efeito da interação entre o fósforo e o zinco sobre a concentração e o acúmulo de Zn nas raízes.

Diferentes autores têm ressaltado os efeitos da aplicação de fósforo sobre os teores e acúmulos de micronutrientes nas diferentes partes da planta de citros, Cambraia (1979), Silva (1981), Nicoli (1982) e Carvalho (1987).



4.3.1. Cobre

As variações nos teores e quantidades acumuladas de cobre na matéria seca do maracujazeiro são exibidas na Tabela 6A. Nota-se que as doses de fósforo afetaram significativamente estas características, independentemente das de zinco.

Os valores dos teores de cobre na parte aérea comportaram-se de forma linear em relação às doses de fósforo na ausência do zinco, porém, na presença do zinco o ajuste é feito em função de modelos quadráticos crescentes (Figura 19).

Visualiza-se pela Figura 19 que os teores de cobre decresceram em relação aos incrementos nas doses de fósforo. Se interpretarmos deste modo os resultados, estaremos errando, pois desconsiderou-se o efeito do fósforo sobre a produção de matéria seca da parte aérea (Figura 3), na qual observa-se que este nutriente proporcionou aumentos significativos crescentes na produção de matéria seca.

Quando se comparam as figuras 19 e 20, verifica-se que os acúmulos de cobre na matéria seca da parte aérea das plantas de maracujá são crescentes em relação à adição do fósforo. Deste modo, aquelas plantas que tiveram uma maior taxa de crescimento, apresentarão maiores acúmulos de cobre na matéria seca, contrário ao comportamento exibido na Figura 19, onde se nota que há uma redução nos teores de cobre em relação aos aumentos nas adições de fósforo.

Resultados semelhantes aos acima descritos foram encontrados por Barbosa (1994) que, detectou a influência da interação entre as doses de fósforo e de zinco nos teores e quantidades acumuladas de cobre na matéria seca das folhas, sendo revelado, para estas características, ajustes à modelos quadráticos, cujos respectivos pontos mínimos foram 276, 302 e 376 mg P.dm⁻³ de solo para as doses de zinco 0, 5 e 10mg Zn.dm⁻³ de solo. Os resultados de Marques (1990) diferem dos obtidos, para o qual os teores de cobre encontrados na matéria seca das folhas apresentaram crescimento linear em relação à aplicação das doses de fósforo.

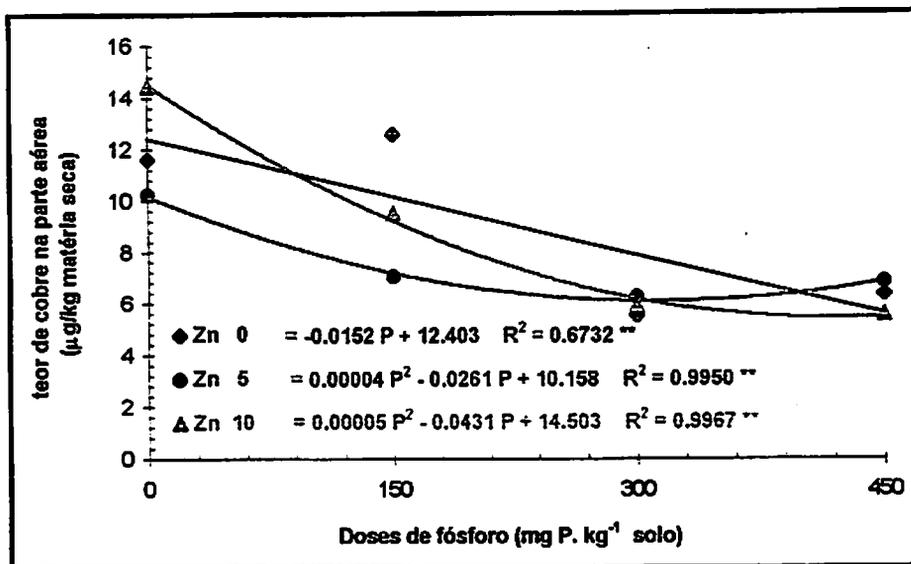


FIGURA 19 - Teor de cobre na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro aos 120 dias, em função de doses de fósforo e zinco. UFLA, Lavras, MG, 1998.

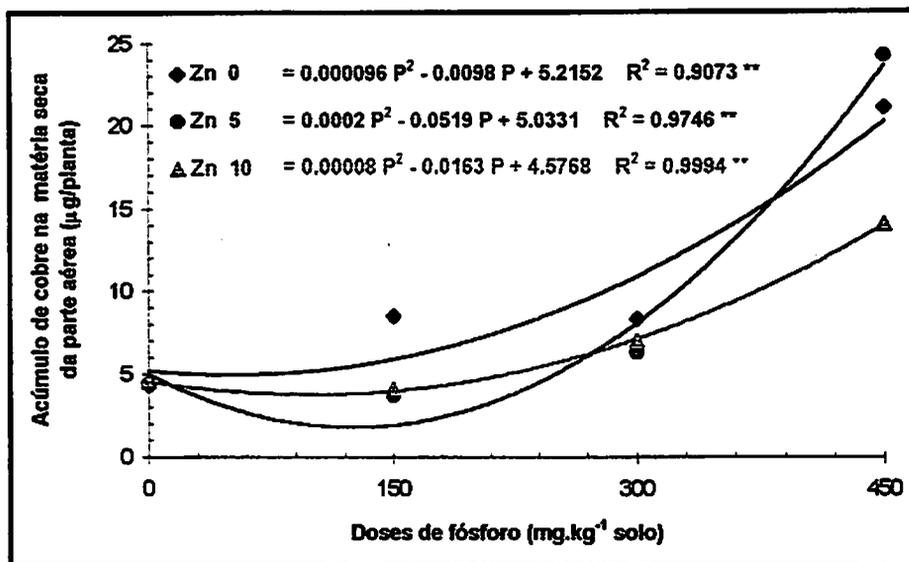


FIGURA 20 - Quantidades acumuladas de cobre na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro aos 120 dias, em função de doses de fósforo e zinco. UFLA, Lavras, MG, 1998.

4.3.2. Ferro

As alterações nos teores e quantidades acumuladas de ferro na matéria seca da parte aérea das mudas de maracujazeiro amarelo proporcionadas pela adição conjunta do fósforo e zinco, são vistas na Tabela 7A. Visualiza-se que, independente da aplicação das crescentes doses de zinco, as doses de fósforo proporcionaram variações significativas nos teores e quantidades acumuladas de ferro na matéria seca da parte aérea das mudas do maracujazeiro amarelo.

O comportamento da concentração de zinco, em relação à aplicação das doses de fósforo e zinco pode ser explicado por modelos quadráticos como mostra a Figura 21. Observa-se que os teores de ferro presentes na matéria seca das mudas de maracujá tendem a decrescer em relação aos incrementos nas doses de fósforo, porém na Figura 22, verifica-se que os aumentos nas quantidades acumuladas de ferro mostram-se crescentes em relação aos aumentos nas doses de fósforo, o que caracteriza o chamado 'efeito de diluição', ou seja, a concentração de ferro encontrada na matéria seca das plantas estaria diluída numa maior massa vegetal proporcionada pela aplicação de doses crescentes deste elemento.

Os resultados de Marques (1990) e Barbosa (1994) assemelham-se aos acima apresentados, onde este último verificou a ocorrência do 'efeito de diluição' nos teores e o acúmulo de Fe nas folhas e no caule de mudas de aroeira do sertão.

A análise da Figura 21 nos permite concluir que, na ausência do zinco, a acumulação de ferro é maior devido à inexistência da competição deste com o zinco, pois devido a estes cátions serem de igual valência, há uma grande chance destes ocuparem o mesmo sítio de ação do carregador. Warnock (1970), estudando o efeito da relação P x Zn na absorção e mobilidade dos micronutrientes entre as folhas, caule e raízes de plantas de milho, verificou que a mobilidade do Fe e do Mn era incrementada por elevados níveis de P e baixos de Zn.

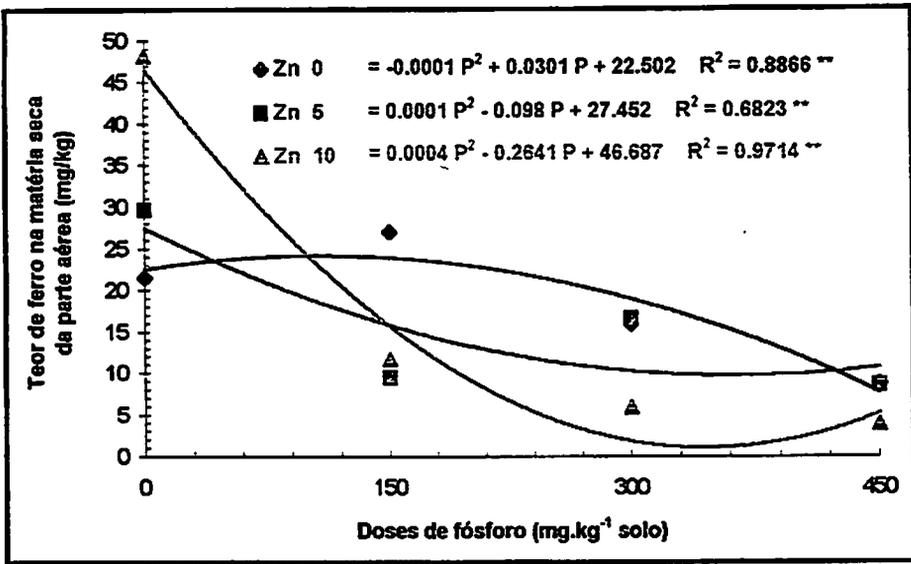


FIGURA 21 - Teor de ferro na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro aos 120 dias, em função de doses de Fósforo e Zinco. UFLA, Lavras, MG, 1998.

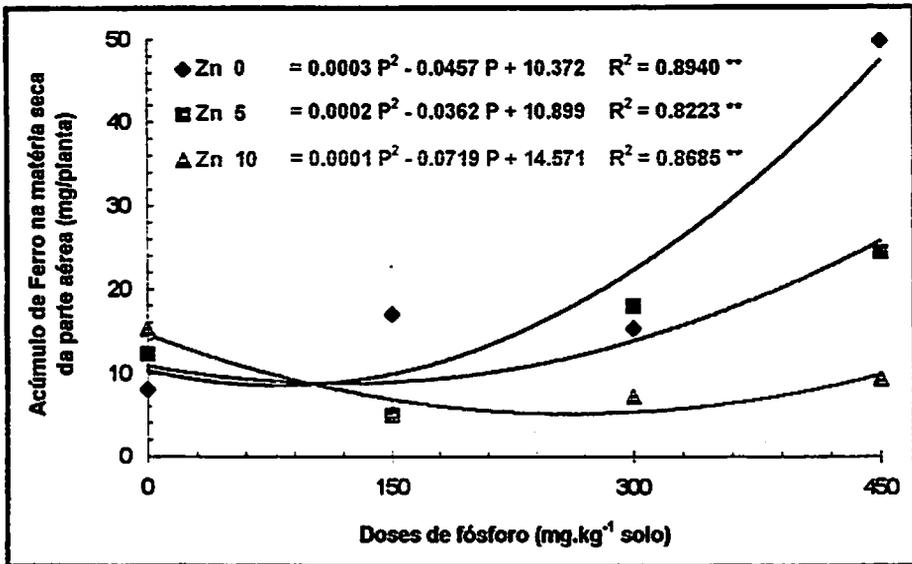


FIGURA 22 - Quantidades acumuladas de ferro na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro aos 120 dias, em função de doses de fósforo e zinco. UFLA, Lavras, MG, 1998.

4.3.3. Manganês

Os teores e os acúmulos de manganês na matéria seca da parte aérea do maracujá variaram tanto na ausência como presença do zinco (Tabela 8A).

Na ausência e na presença da máxima dose de zinco, foram encontrados ajustes a modelos quadráticos, sendo que na ausência do zinco, foi estimada a dose de 199,25 mg P.dm⁻³ solo, que seria capaz de propiciar a máxima concentração de manganês na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro (Figura 23).

Ao se comparar o comportamento dos teores nas doses 0 e 10 mg Zn .dm⁻³ solo exibidos na Figura 23, com os da Figura 24, visualiza-se que houve o “efeito de diluição” nos teores de manganês em resposta à aplicação do fósforo.

Os acúmulos de manganês nas mudas de maracujazeiro ajustaram-se a modelos quadráticos crescentes, cujos máximos acúmulos foram obtidos com a aplicação de 450 mg P.dm⁻³ solo. Verifica-se nesta dose que, os máximos acúmulos de manganês na matéria seca seguem a seguinte seqüência; Zn 0 > Zn 5 > Zn 10.

Os estudos de Marques (1990), com doses de fósforo e zinco em porta-enxertos de seringueira, revelaram decréscimos nos teores foliares em relação à aplicação isolada de doses crescentes de fósforo. Este autor ainda relata que, estes poderiam ser explicados pelo “efeito de diluição” do teor de manganês devido aos acréscimos na produção de matéria seca da parte aérea em relação à adição de quantidades crescentes de fósforo, o que é confirmado pelos incrementos nas quantidades acumuladas de manganês nas folhas dos porta-enxertos de seringueira.

Barbosa (1994), estudando a aroeira-do-sertão, verificou a presença da interação entre as doses fósforo e zinco, cujos teores na folha na presença da máxima dose de zinco e os acúmulos dentro da maior e menor dose de zinco estudada apresentaram ajustes quadráticos, cujas doses ótimas estimadas foram respectivamente, 61 mg P/dm⁻³ solo, 336 mg P/dm³ solo e 254 mg P/dm³ de solo.

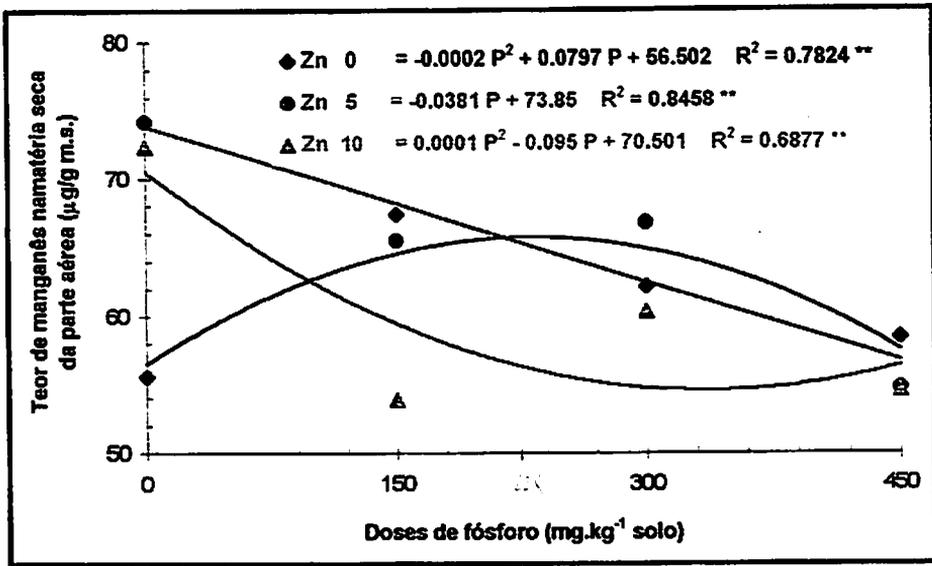


FIGURA 23 - Teor de manganês na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro aos 120 dias, em função de doses de fósforo e zinco. UFLA, Lavras, MG, 1998.

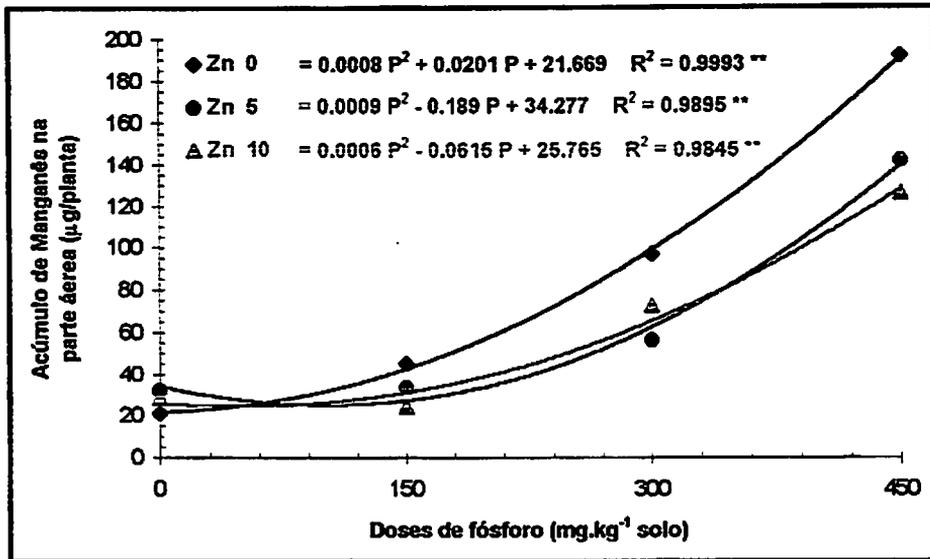


FIGURA 24 - Quantidades acumuladas de manganês na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro aos 120 dias, em função de doses de fósforo e zinco. UFLA, Lavras, MG, 1998.

4.3.4. Zinco

As variações nos teores e acúmulos de zinco na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro devido às doses de fósforo e zinco, são exibidas na Tabela 9A.

Os teores de zinco na parte aérea do maracujá ajustaram-se a modelos quadráticos em relação às doses de fósforo tanto na presença como ausência de zinco (Figura 25). Quando não foi adicionado o zinco, o teor de zinco na parte aérea aumentou até a dose ótima estimada de $127 \text{ mg Zn.dm}^{-3}$ solo. Na presença do zinco, verifica-se o inverso, ou seja, os teores de zinco são decrescentes em relação aos incrementos nas doses de fósforo, porém, se compararmos as Figuras 25 e 26, verifica-se que os teores de zinco encontram-se diluídos devido ao maior crescimento das mudas de maracujá propiciados pelos acréscimos nas doses de fósforo, o que pode ser comprovado pelos incrementos no acúmulo de zinco.

Este resultado difere de Marques (1990) que, em seus estudos com porta-enxertos de seringueira, não detectou a influência da interação entre o fósforo e o zinco nos teores e quantidades acumuladas de zinco. Verificou, apenas, respostas à aplicação de fósforo e zinco de modo isolado, sendo que as doses de fósforo promoveram diminuição nos teores e quantidades acumuladas de zinco na folha.

Esta resposta entretanto, assemelha-se àquelas encontradas por Barbosa (1994) que, trabalhando com a aroeira-do-sertão, detectou na máxima dose de fósforo, uma redução nos teores de zinco em relação aos acréscimos nas doses de fósforo e de zinco, enquanto as quantidades acumuladas de zinco na matéria seca eram crescentes, caracterizando para este caso o “efeito de diluição”.

Os teores de zinco na matéria seca do maracujazeiro tiveram acréscimos lineares em relação à adição do fósforo, sendo este comportamento observado para as doses 0, 300 e 450 mg P.dm^{-3} de solo, o que não foi verificado para a dose de 150 mg P.dm^{-3} de solo, que teve comportamento quadrático (Figura 27).

Não houve variações significativas nos acúmulos de zinco naquelas plantas que não foram fertilizadas com fósforo (Figura 28). Na dose de 150 mg P.dm⁻³ de solo, houve uma pequena queda na quantidade acumulada de zinco na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro e, para as doses de 300 e 450 mg P.dm⁻³ de solo, foram revelados ajustes quadráticos, cuja diferença no acúmulo de zinco, nestas doses, pode ser estimada como algo ao redor de 50 µg Zn/planta. Na ausência da adição de zinco, os acúmulos encontrados nas doses de 150, 300 e 450 mg P.dm⁻³ solo devem-se sobretudo aos acréscimos na matéria seca propiciados pela aplicação das doses crescentes de fósforo (Figura 3), o que pode ser constatado quando não é realizada a adição do fósforo (Figura 28). As diferenças nas quantidades acumuladas de zinco nas plantas que não receberam a aplicação de fósforo foram não significativas. A máxima dose de fósforo influenciou negativamente o acúmulo de zinco nas mudas de maracujazeiro. Detectou-se que, na ausência do zinco, há o máximo acúmulo deste micronutrientes, a partir deste ponto, ou seja na presença do zinco, seus acúmulos na matéria seca da parte aérea decrescem.

O fósforo interagiu com o zinco de modo depressivo, diminuindo a sua disponibilidade, pois esperar-se-ia que os acúmulos de zinco fossem crescentes com os incrementos nas doses deste elemento, o que não foi verificado. Uma redução na sua mobilidade e solubilidade resultante da formação de Zn₃(PO₄)₂ nas raízes, com conseqüente diminuição da translocação do zinco para a parte aérea das plantas poderia explicar esta diminuição nas quantidades acumuladas de zinco na matéria seca de mudas de maracujá amarelo (Takkar et al., 1976). Tem-se observado, ainda, que estas elevadas doses de fósforo diminuem os teores de zinco na parte aérea de algumas plantas, mas não nas raízes, acontecendo o mesmo com pequenas adições de zinco, afetando a concentração de P nos tecidos vegetais (Sakal e Sinha, 1983). Este comportamento pode ser atribuído a uma diminuição da translocação de P ou Zn das raízes para a parte aérea (Stukenholtz et al., 1966).

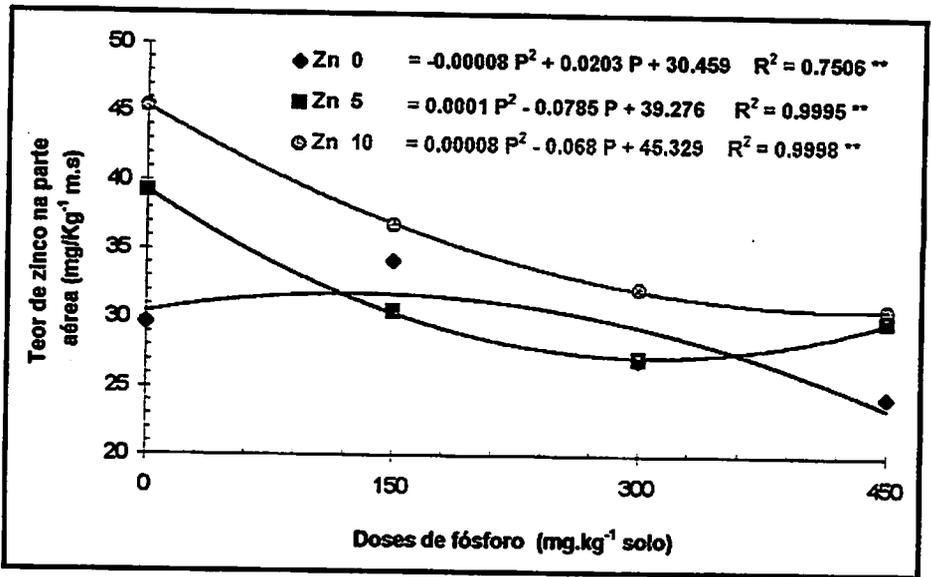


FIGURA 25 - Teor de zinco na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro aos 120 dias, em função de doses de fósforo e zinco. UFLA, Lavras, MG, 1998.

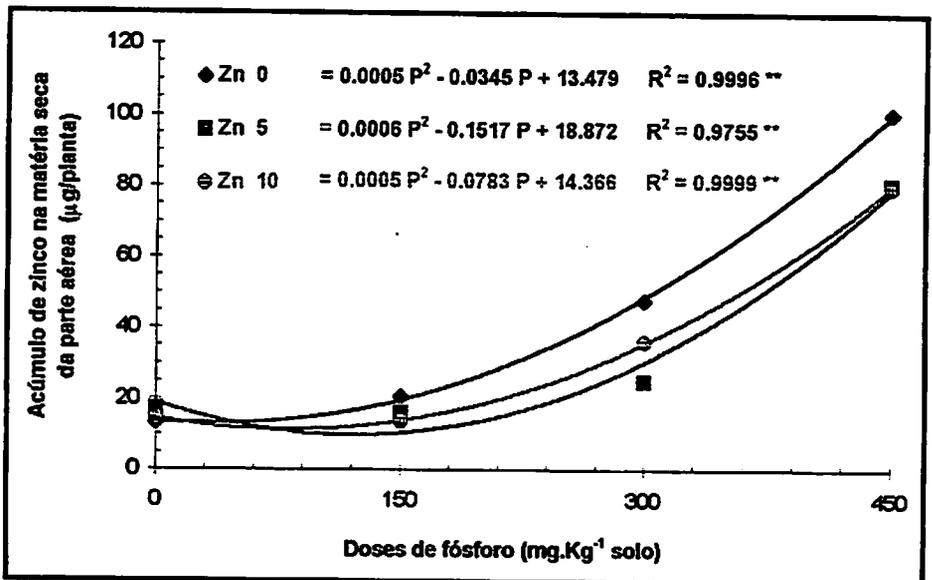


FIGURA 26 - Quantidades acumuladas de zinco na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro aos 120 dias, em função de doses de fósforo e zinco. UFLA, Lavras, MG, 1998.

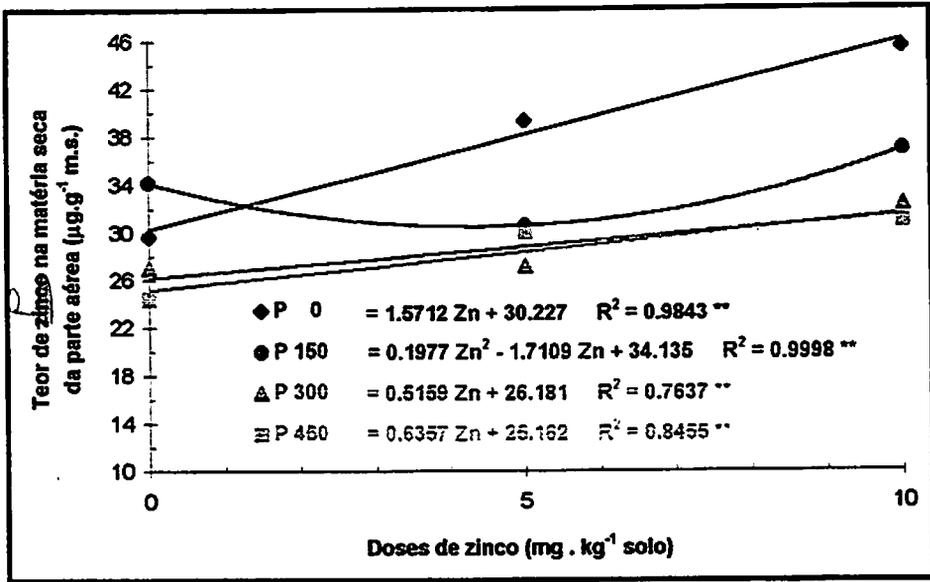


FIGURA 27 - Teor de zinco na matéria seca da parte aérea do maracujazeiro aos 120 dias, em função de doses de fósforo e zinco. UFLA, Lavras, MG, 1998.

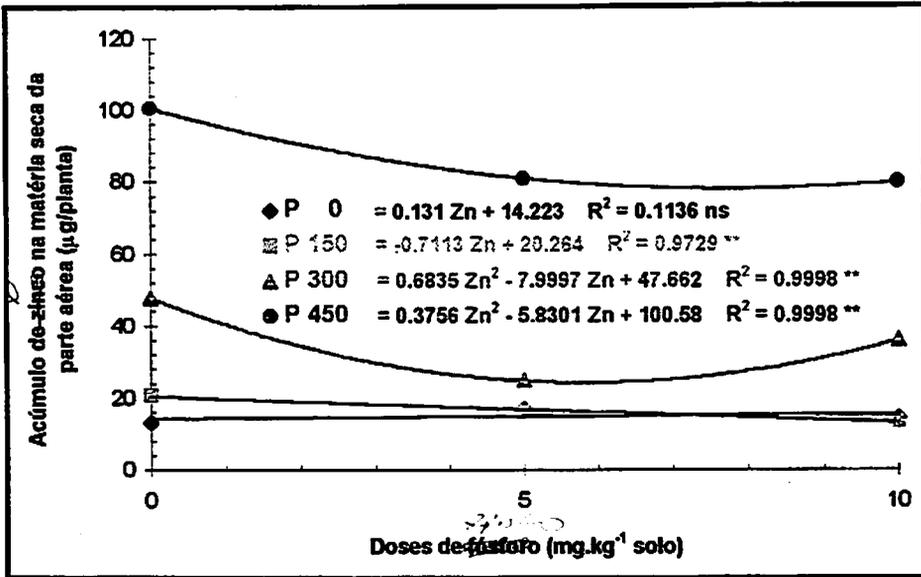


FIGURA 28 - Quantidades acumuladas de zinco na matéria seca da parte aérea do maracujá aos 120 dias, em função de doses de fósforo e zinco. UFLA, Lavras, MG, 1998.

4.3 - Análise dos macronutrientes na matéria seca das raízes

Os resultados das análises de variância para os teores e acúmulos de P, K, Ca, Mg e S na matéria seca das raízes de maracujazeiro são mostrados nas Tabelas 12 e 13.

TABELA 12 - Resumo da análise de variância para o teor de macronutrientes na matéria seca das raízes de mudas do maracujá amarelo aos 120 dias. UFLA, Lavras, MG, 1998.

Causas da variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS				
		P	K	Ca	Mg	S
BLOCOS	3	0.00073	0.1414	2.0243	0.3439	0.0082
ZINCO (Zn)	2	0.015 **	1.563 *	3.022 ns	0.236 **	0.082 **
FÓSFORO (P)	3	0.011 **	10.786 **	27.678 **	6.855 **	0.117 **
Zn x P	6	0.010 **	1.723 **	11.678 **	0.234 **	0.067 **
RESÍDUO	33	0.0011	0.3605	0.998	0.0448	0.0152
C.V.		7.22	15.89	6.10	8.54	4.52

** Significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade pelo teste F.

ns Não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

TABELA 13 - Resumo da análise de variância para o acúmulo de macronutrientes na matéria seca da parte aérea de mudas do maracujazeiro amarelo aos 120 dias. UFLA, Lavras, MG, 1998.

Causas da variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS				
		P	K	Ca	Mg	S
BLOCOS	3	0.00085	0.0053	0.03052	0.0702	0.0017
ZINCO (Zn)	2	0.005 **	0.047 ns	2.623 *	0.0007 ns	0.015 ns
FÓSFORO (P)	3	0.039 **	5.810 **	12.655 **	0.112 **	0.629 **
Zn x P	6	0.005 **	1.176 **	2.705 **	0.075 **	0.255 **
RESÍDUO	33	0.011	0.1141	0.6624	0.0199	0.0050
C.V.		15.12	17.80	11.29	13.67	5.57

** Significativo aos níveis de 5% e 1% de probabilidade pelo teste F.

ns Não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Visualiza-se na Tabela 12 que os incrementos nas doses de fósforo, juntamente com a aplicação de doses crescentes de fósforo e de zinco, tiveram efeito significativo sobre os teores dos macronutrientes presentes na matéria seca das raízes. Entretanto, não foi verificada, para os teores de cálcio nas raízes, uma resposta positiva aos acréscimos nas doses de zinco.

Pela análise da Tabela 13, detecta-se que os aumentos nas doses de zinco não proporcionaram variações significativas nas quantidades acumuladas de K, Mg e S presentes na matéria seca das raízes. Por outro lado, tanto a aplicação isolada do fósforo quanto a sua adição em conjunto com o zinco influenciaram de modo significativo os acúmulos dos macronutrientes.

Estes resultados assemelham-se aos obtidos por Barbosa (1994) que ao estudar o efeito do fósforo e zinco na nutrição e crescimento da aroeira do sertão, verificou que interação entre os mesmos influenciou de forma significativa as variações nos teores e quantidades acumuladas dos macronutrientes nas diferentes partes da planta. Todavia diferem de Marques (1990) que, estudando o efeito do fósforo e do zinco na nutrição e crescimento de porta-enxertos de seringueira, encontrou somente respostas à aplicação do fósforo, exceto o nutriente magnésio, para o qual foi verificado o efeito significativo das doses de fósforo e zinco.

Diferentes trabalhos com espécies frutíferas têm apresentado resultados positivos da aplicação de doses de fósforo sobre os teores dos macronutrientes na fase de formação das mudas, Cambraia (1979), Silva (1981) e Nicoli (1982) com porta-enxertos de citros; Oliveira (1986) com mudas de mamoeiro e Peixoto (1986) com mudas de maracujazeiro amarelo.

4.3.3 - Fósforo

O resumo dos resultados da análise de variância para a concentração e as quantidades acumuladas de fósforo na matéria seca das raízes das mudas de maracujazeiro amarelo é mostrado na Tabela 10A. Visualiza-se que, independente da presença do zinco, as doses de fósforo adicionadas exerceram influência significativa nos valores das variáveis analisadas.

A interação entre as doses de fósforo e zinco influenciou a concentração de fósforo na matéria seca das raízes, sendo observado um comportamento linear na ausência do zinco e quadrático nas doses 5 e 10 mg Zn.dm⁻³ solo (Figura 29). Os máximos teores de fósforo seriam obtidos na aplicação de 275 mg P.dm⁻³ solo. Na ausência da aplicação do zinco, espera-se que para cada incremento de 150 mg P.dm⁻³ solo, a concentração de fósforo sofra um aumento da ordem de 45 mg P.kg⁻¹ matéria seca. Barbosa (1994) também observou o efeito da interação entre o fósforo e zinco nos teores de fósforo na folha e no caule, porém não foi verificada a influência desta interação sobre o teores de fósforo nas raízes.

Os acúmulos de fósforo na matéria seca das raízes sofreram efeitos da interação entre o fósforo e zinco, ajustando-se a modelos quadráticos para as doses 0 e 10 mg Zn.dm⁻³ solo e, de modo linear, para a dose de 5 mg Zn.dm⁻³ solo, sendo que para a cada 150 mg P.dm⁻³ solo aplicado, esperam-se acréscimos nas quantidades acumuladas de fósforo da ordem de 60 mg P por planta (Figura 30). O máximo acúmulo de fósforo verificado na presença da aplicação de 10 mg Zn.dm⁻³ solo foi propiciado pela dose ótima estimada de 250 mg P.dm⁻³ solo.

Estes resultados diferem dos encontrados por Marques (1990), ao verificar que tanto os teores quanto os acúmulos de fósforo na matéria seca das plantas de seringueira variaram somente em relação às doses de fósforo, as quais promoveram efeitos quadráticos sobre estas características.

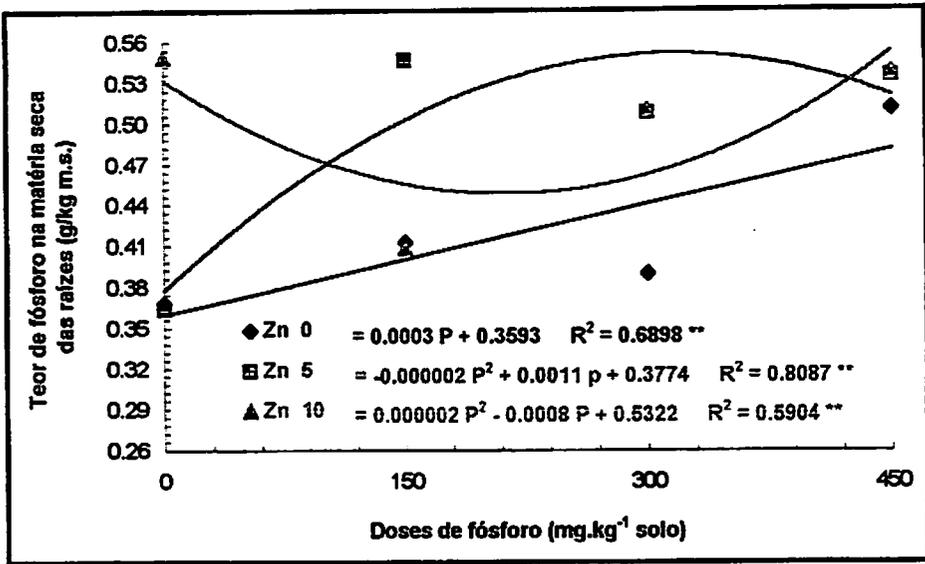


FIGURA 29 - Teor de fósforo na matéria seca das raízes do maracujazeiro aos 120 dias, em função das doses de fósforo e zinco. UFLA, Lavras, MG, 1998.

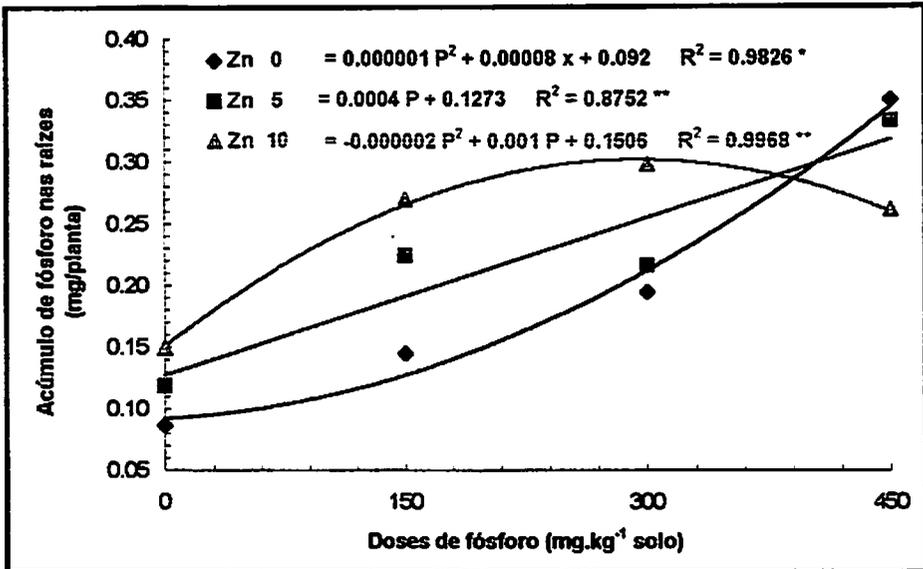


FIGURA 30 - Quantidades acumuladas de fósforo na matéria seca das raízes do maracujazeiro aos 120 dias, em função das doses de fósforo e de zinco. UFLA, Lavras, MG, 1998.

4.3.2. - Potássio

As variações nos teores e nas quantidades acumuladas de potássio na matéria seca das raízes do maracujazeiro são apresentadas na Tabela 11A.

A análise de regressão detectou ajustes lineares para os teores de potássio nas raízes, quando da ausência da aplicação do zinco, e quadráticos quando foi adicionado o zinco, estimando-se as doses ótimas de 265 e 315 mg P.dm⁻³ solo, que seriam capazes de promover a máxima concentração de potássio na matéria seca das raízes das mudas do maracujazeiro (Figura 31). Na ausência da adição do zinco, espera-se, para cada incremento de 150 mg P.dm⁻³ solo, um aumento de 1,32 g K.kg⁻¹ de matéria seca das raízes.

Barbosa (1994) também notou a influência da interação entre as doses de fósforo e zinco sobre o teor de potássio no caule e nas folhas, e que este ajustou-se a modelos quadráticos em função das doses de fósforo nos três níveis de zinco estudados. Foram estimadas, as seguintes doses ótimas 266, 379 e 308 mg P.dm⁻³ solo. Todavia, na folha notaram-se comportamentos quadráticos somente para os dois níveis iniciais de zinco, para os quais foram obtidas as doses ótimas de 303 e 281 mg P.dm⁻³ solo. Os teores de K cresceram linearmente em relação às doses de fósforo na dose 10 mg Zn.dm⁻³ solo.

As quantidades acumuladas de potássio na matéria seca das raízes também apresentaram comportamentos quadráticos, em função dos aumentos nas doses de fósforo dentro das doses 5 e 10 mg Zn.dm⁻³ solo, para as quais foram estimadas as doses ótimas de 435 e 275 mg P.dm⁻³ solo (Figura 32). Na omissão das doses de zinco, espera-se um aumento linear da ordem de 1,14 g K por planta para cada adição de 150 mg P.dm⁻³ solo. Marques (1990) observou que somente os incrementos nas doses de fósforo exerceram influência significativa sobre a concentração e as quantidades acumuladas de potássio na matéria seca das raízes.

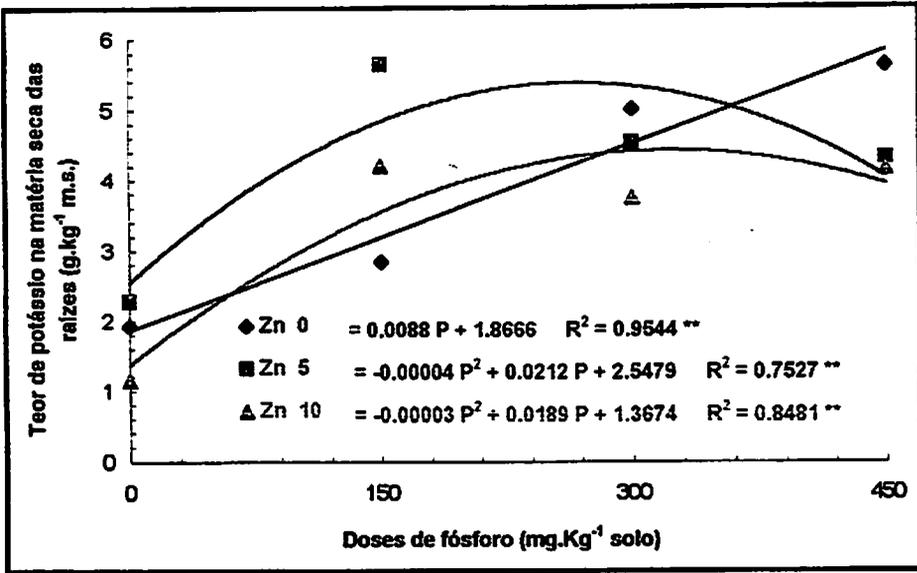


FIGURA 31 - Teor de potássio na matéria seca das raízes do maracujazeiro aos 120 dias, em função das doses de fósforo e zinco. UFLA, Lavras, MG, 1998.

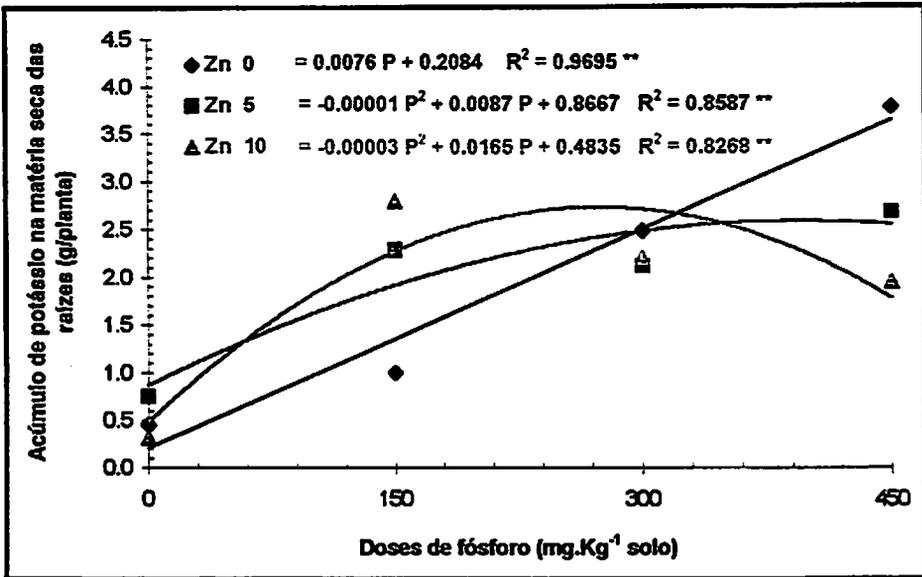


FIGURA 32 - Quantidades acumuladas de potássio na matéria seca das raízes do maracujazeiro aos 120 dias, em função das doses de fósforo e de zinco. UFLA, Lavras, MG, 1998.

4.3.3 - Cálcio

A aplicação conjunta das doses de fósforo e zinco induziram variações significativas nos teores e nas quantidades acumuladas de cálcio na matéria seca das mudas de maracujazeiro (Tabela 12A).

A concentração de cálcio nas raízes apresentou comportamento quadrático, ajustado pela análise de regressão, em função das doses de fósforo, na ausência ou presença do zinco (Figura 33). Os aumentos na concentração de cálcio, em relação às doses de fósforo na dose de 5 mg Zn.dm⁻³ solo, aconteceram até a dose ótima estimada de 193 mg P.dm⁻³ solo. Barbosa (1994) relata que, a redução nos teores de cálcio pode ser explicada em parte pelo “efeito de diluição” ou, ainda, à competição entre este e o potássio pelo sítio de adsorção do carregador, devido aos aumentos nos teores de potássio, verificados nas maiores doses de fósforo e zinco.

Os acúmulos de cálcio na matéria seca das raízes do maracujá cresceram linearmente em função dos incrementos nas doses de fósforo nas doses 0 e 5 mg Zn.dm⁻³ solo e, a cada aplicação de 150 mg P.dm⁻³ solo, esperam-se acréscimos de 1,56 e 1,305 mg Ca/planta (Figura 34). O acúmulo de cálcio nas raízes em função das doses de fósforo na dose 10 mg Zn.dm⁻³ solo, foi crescente até a dose ótima estimada de 278,75 mg P.dm⁻³ solo. Os resultados obtidos por Barbosa (1994) assemelham-se a estes, onde se percebe que houve crescimento linear dos teores de cálcio nas folhas e no caule em relação ao fósforo dentro das doses 0 e 10 mg Zn.dm⁻³ solo. O mesmo foi verificado para os acúmulos de cálcio no caule e nas folhas nas doses 0 e 5 mg Zn.dm⁻³ solo, tanto no caule como nas folhas.

Todavia os resultados de Marques (1990) diferem dos apresentados, pois este autor encontrou somente respostas à aplicação das doses de fósforo. Os teores de cálcio nas raízes foram crescentes em relação às doses de fósforo e as quantidades acumuladas de cálcio nas raízes ajustaram-se a modelos quadráticos.

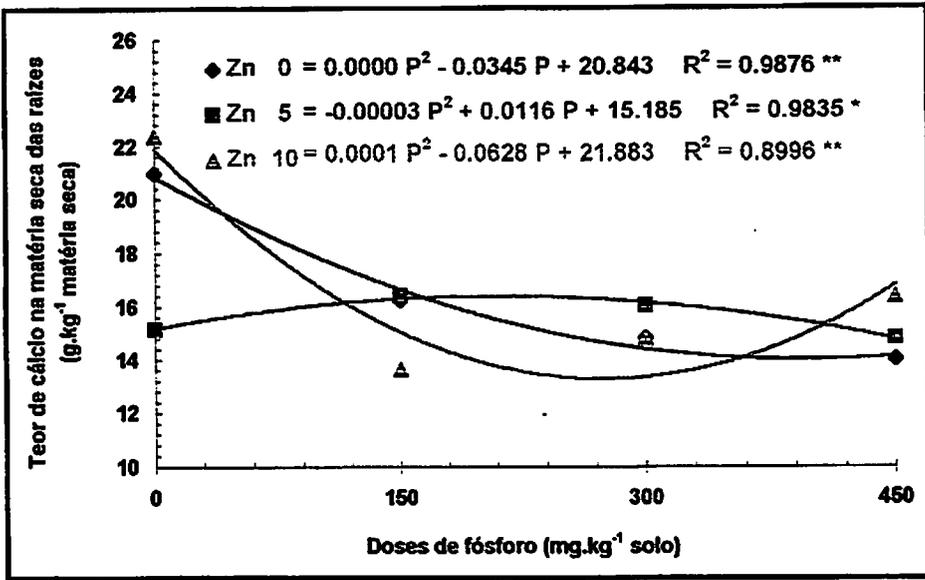


FIGURA 33 - Teor de cálcio na matéria seca das raízes do maracujazeiro aos 120 dias em função das doses de fósforo e zinco. UFLA, Lavras, MG, 1998.

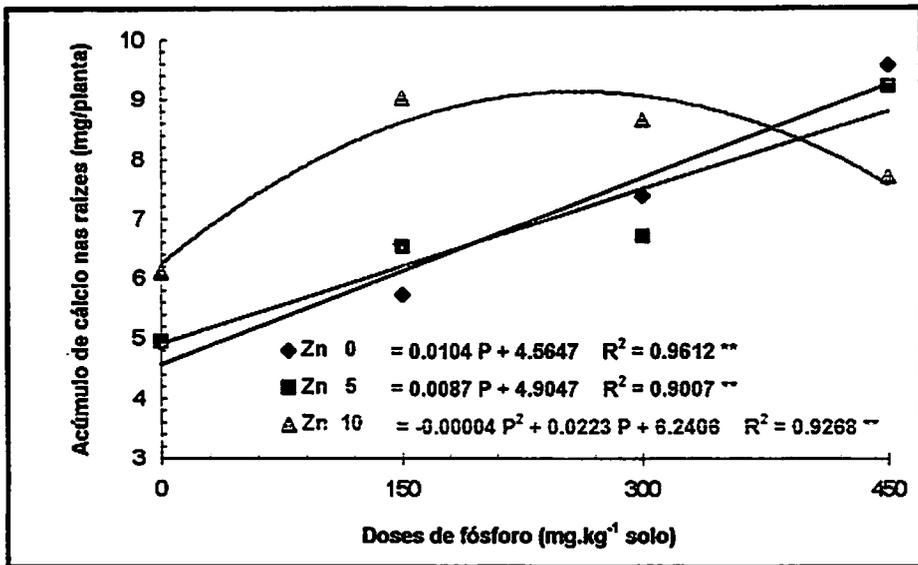


FIGURA 34 - Quantidades acumuladas de cálcio na matéria seca das raízes do maracujazeiro aos 120 dias, em função de doses de fósforo e de zinco. UFLA, Lavras, MG, 1998.

4.3.4 - Magnésio

A interação entre as doses de fósforo e zinco afetou de modo significativo os teores e as quantidades acumuladas de magnésio na matéria seca das raízes do maracujazeiro, cujos resultados são apresentados na Tabela 13A.

O teor de magnésio nas raízes do maracujazeiro apresentou comportamento quadrático em relação às doses de fósforo em cada um dos níveis de zinco (Figura 35). Parte desta redução nos teores de Mg pode estar relacionada ao ‘efeito de diluição’ ou ainda ao aumento da concentração de potássio, verificado nas maiores doses de fósforo e de zinco, Barbosa (1994). A competição entre K, Ca e Mg pelo mesmo sítio de absorção é um assunto muito estudado e comprovado. O uso do Super Triplo, como fonte de P, parece ter minimizado os efeitos da competição entre o K e Ca, uma vez que este possui cálcio em sua constituição. Todavia como este não fornece Mg às plantas, os nutrientes , K e Ca, teriam prejudicado a absorção do magnésio. A calagem, visando elevar a saturação por bases a 80%, valor considerado elevado, também teria contribuído para esta redução na absorção do Mg, pois foi utilizado o CaCO_3 (PA), aumentando a competição entre os íons Ca^{++} e o Mg^{++} .

O acúmulo de Mg nas raízes apresentou comportamento quadrático para os níveis de fósforo nas doses 0 e 5 mg Zn.dm^{-3} solo, diferente da dose 10 mg Zn.dm^{-3} solo cujas variações no acúmulo de Mg na matéria seca das raízes do maracujazeiro não foram consideradas significativas (Figura 36). Estes resultados assemelham-se aos obtidos por Barbosa (1994) que notou o efeito da interação entre as doses de fósforo e de zinco, sobre os teores e os acúmulos de magnésio na aroeira do sertão. Entretanto, diferem de Marques (1990), que não verificou a influência da interação entre as doses de fósforo e zinco sobre a concentração e as quantidades acumuladas de magnésio nas raízes. Os teores de Mg foram influenciados somente pelas doses de fósforo e os acúmulos de Mg não responderam a nenhum dos tratamentos.

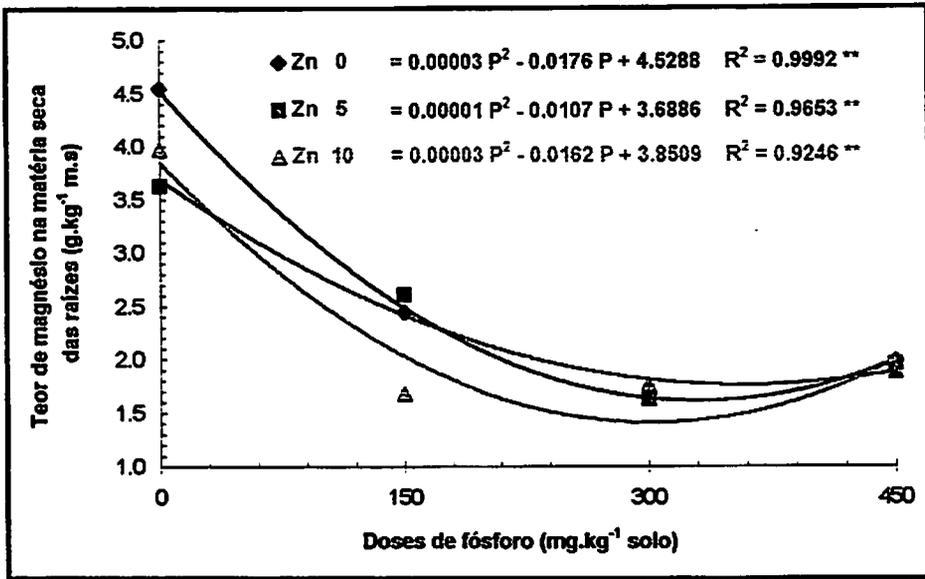


FIGURA 35 - Teor de magnésio na matéria seca das raízes do maracujazeiro aos 120 dias, em função das doses de fósforo e de zinco. UFLA, Lavras, MG, 1998.

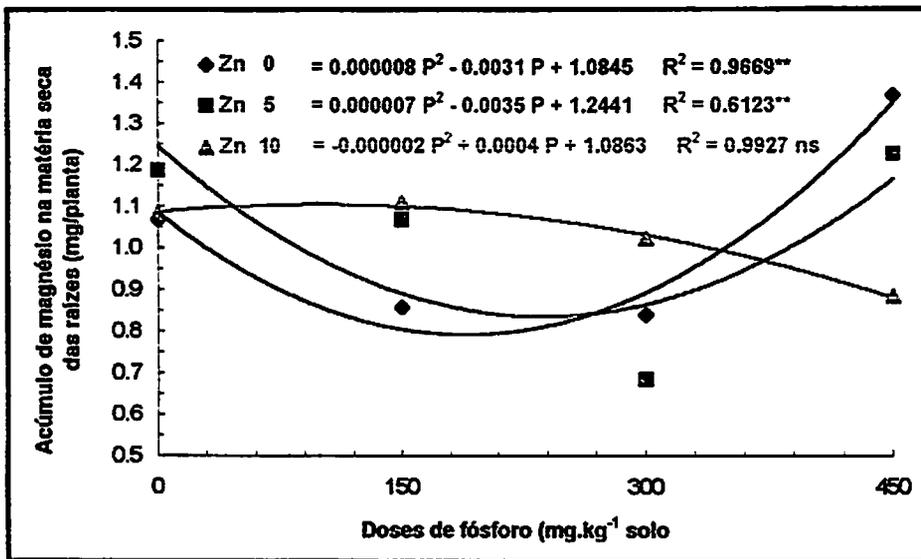


FIGURA 36 - Quantidades acumuladas de magnésio na matéria seca das raízes do maracujazeiro aos 120 dias, em função das doses de fósforo e de zinco. UFLA, Lavras, MG, 1998.

4.3.6 - Enxofre

As variações na concentração e nas quantidades acumuladas de enxofre na matéria seca das raízes do maracujazeiro são exibidas na Tabela 14A. Verifica-se que, independente da aplicação do zinco, os incrementos nas doses de fósforo propiciaram variações significativas nos teores e acúmulos de enxofre nas raízes.

O teor de enxofre na matéria seca das raízes (Figura 37) apresentou comportamento quadrático em função das doses de fósforo nos níveis 0 e 5 mg Zn.dm⁻³ de solo, e de linear na dose de 10 mg Zn.dm⁻³ solo, para a qual estima-se que a cada 150 mg P.dm⁻³ de solo aplicado, a concentração de S nas raízes sofrerá um acréscimo da ordem de 0,15 g P.kg⁻³ de matéria seca. O teor de Mg na matéria seca das raízes na dose 5 mg Zn.dm⁻³ solo, aumentou até a dose ótima estimada de 220 mg P.dm⁻³ solo. Uma das razões para a redução nos teores de S nas raízes, seria o “efeito de diluição”, o que pode ser comprovado comparando-se as Figuras 37 e 38, onde se verifica que apesar da redução nos teores de enxofre, os acúmulos foram crescentes até determinada dose de fósforo.

Os acúmulos de enxofre, na matéria seca das raízes do maracujazeiro, ajustaram-se a modelos quadráticos nas doses 0 e 10 mg Zn/dm³ solo, e linear na a dose 5 mg Zn.dm⁻³ solo, para a qual a cada incremento de 150 mg P.dm⁻³ solo, o teor de S nas raízes deverá sofrer um acréscimo igual a 255 mg S/planta (Figura 38).

Barbosa (1994) encontrou resultados semelhantes, verificando a influência da interação entre o fósforo e o zinco nos teores e acúmulos de enxofre na matéria seca das raízes. Todavia diferem dos de Marques (1990), para o qual somente as doses de fósforo exerceram efeitos significativos sobre os teores e quantidades acumuladas de S na matéria seca das raízes. A concentração de S nas raízes teve pequenos acréscimos lineares e o acúmulo seguiu comportamento quadrático, para o qual foi estimada a dose ótima de 335 mg P/dm³ solo.

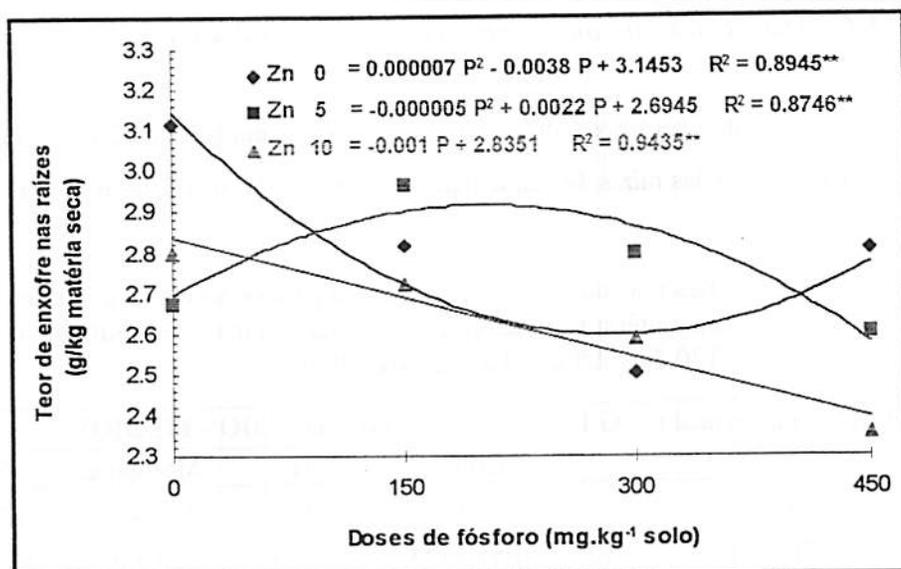


FIGURA 37 - Teor de enxofre na matéria seca das raízes do maracujazeiro aos 120 dias, em função de doses de fósforo e zinco. UFLA, Lavras, MG, 1998.

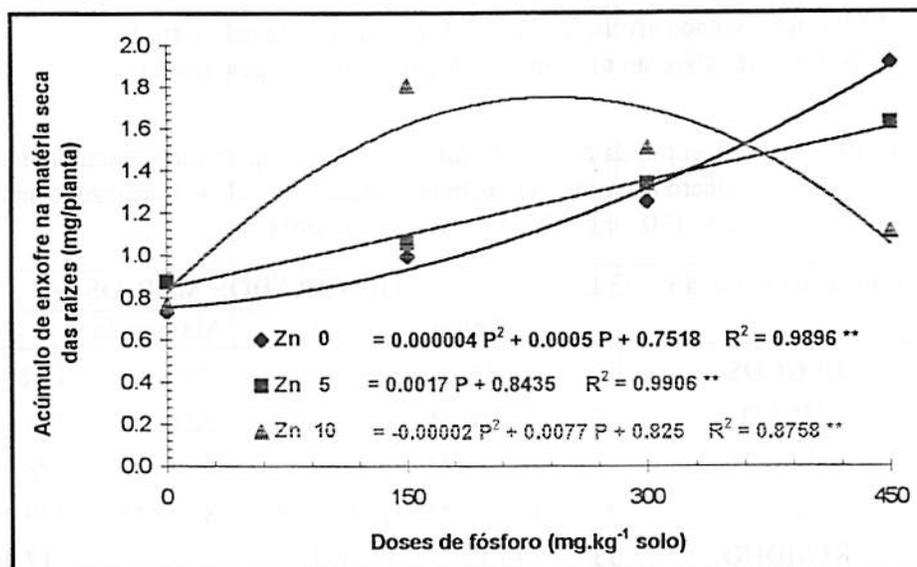


FIGURA 38 - Quantidades acumuladas de enxofre na matéria seca das raízes do maracujazeiro aos 120 dias, em função das doses de fósforo e de zinco. UFLA, Lavras, MG, 1998.

4.4 - Análise dos micronutrientes na matéria seca das raízes

As alterações nos teores e nas quantidades acumuladas de Cu, Fe, Mn e Zn, na matéria seca das raízes do maracujazeiro são mostrados nas Tabelas 14 e 15.

TABELA 14 - Resumo da análise de variância para os teores de micronutrientes na matéria seca das raízes de mudas do maracujazeiro amarelo aos 120 dias. UFLA, Lavras, MG, 1998.

Causas da variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS			
		Cobre	Ferro	Manganês	Zinco
BLOCOS	3	4.5952	0.6399	59.949	1.8200
ZINCO	2	1051.33 **	31.976 **	132.67 ns	1160.60 **
FÓSFORO	3	275.67 *	66.534 **	150.58 **	673.74 **
Zn x P	6	187.72 *	64.887 **	515.10 **	258.85 **
RESÍDUO	33	60.23	0.6441	93.98	23.81
C.V. (%)		14.63	10.36	11.76	7.28

** Significativo aos níveis de 5 e 1% de probabilidade pelo teste F.
ns Não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

TABELA 15 - Resumo da análise de variância para as quantidades acumuladas de micronutrientes na matéria seca das raízes do maracujazeiro amarelo aos 120 dias. UFLA, Lavras, MG, 1998.

Causas da variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS			
		Cobre	Ferro	Manganês	Zinco
BLOCOS	3	1.3210	0.6488	12.0809	1.1894
ZINCO	2	283.99 **	3.7119 **	22.07 **	543.17 **
FÓSFORO	3	262.19 **	0.8269 *	805.50 **	278.61 **
Zn x P	6	117.35 **	1.3008 **	286.57 **	339.48 **
RESÍDUO	33	46.15	0.2394	53.32	17.46
C.V. (%)		17.68	14.72	18.74	13.51

** Significativo aos níveis de 5 e 1% de probabilidade pelo teste F.
ns Não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

A análise dos resultados da Tabela 14 permite verificar que a aplicação das crescentes doses de zinco proporcionaram variações significativas nos teores de todos os micronutrientes, exceto o manganês. Por outro lado, os acréscimos nas doses de fósforo resultaram em variações significativas na concentração de todos os micronutrientes nas raízes do maracujazeiro.

Visualiza-se pela Tabela 15, que a aplicação isolada das doses crescentes de fósforo como as de zinco, exerceram efeito significativo sobre os acúmulos de todos os micronutrientes, e a aplicação conjunta do fósforo e do zinco também afetou as quantidades acumuladas dos micronutrientes na matéria seca das raízes das mudas do maracujazeiro.

4.4.1 - Cobre

Os teores e as quantidades acumuladas de cobre na matéria seca das raízes do maracujazeiro foram afetados pela aplicação isolada do zinco e do fósforo, assim como pela aplicação conjunta dos mesmos (Tabela 15A).

As variações na concentração de cobre nas raízes ajustaram-se a modelos quadráticos em relação às doses de fósforo em todos os níveis de zinco, sendo que na ausência do zinco, foi estimada a dose ótima de $184.25 \text{ mg P.dm}^{-3}$ solo (Figura 39). Estes resultados diferem dos de Marques (1990) que estudando os efeitos do fósforo e do zinco na nutrição e crescimento de porta-enxertos de seringueira, verificou que os teores de cobre variaram distintamente nas partes da planta, diminuindo nas raízes e aumentando no caule e na folha em relação às doses de fósforo. Segundo este autor, a maior translocação do cobre das raízes e do caule para as folhas, seria favorecida pelo acúmulo de Ca, Fe, Mn e Zn na raízes daquelas plantas que foram fertilizadas com o fósforo.

Nota-se pela Figura 39, que os teores de cobre nas raízes decresceram em relação aos incrementos nas doses de fósforo dentro dos níveis 0 e 5 mg Zn.dm^{-3} solo indicando inicialmente um efeito depressivo do fósforo na absorção do cobre, porém quando verificamos a Figura 40, visualiza-se que os acúmulos de cobre nas raízes tiveram comportamento linear crescente nas doses 0 e 10 mg Zn.dm^{-3} solo, evidenciando a ocorrência do “efeito de diluição”, que foi propiciado pela adição das doses crescentes de fósforo. Estes resultados assemelham-se aos obtidos por Barbosa (1994) que detectou respostas à interação entre o fósforo e o zinco, que influenciou os teores e quantidades acumuladas de cobre na planta.

O acúmulo de cobre na máxima dose de zinco em todos os níveis de fósforo foi crescente até a dose ótima estimada de $248.83 \text{ mg P.dm}^{-3}$ solo, a qual promoveria o máximo acúmulo de cobre nas raízes do maracujazeiro.

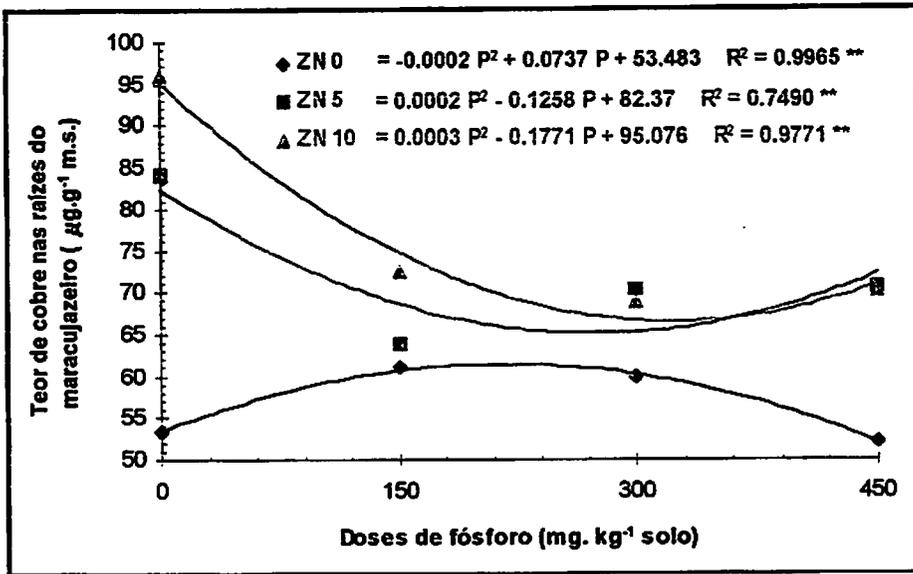


FIGURA 39 - Teor de cobre na matéria seca das raízes do maracujazeiro aos 120 dias, em função das doses de fósforo e de zinco. UFLA, Lavras, MG, 1998.

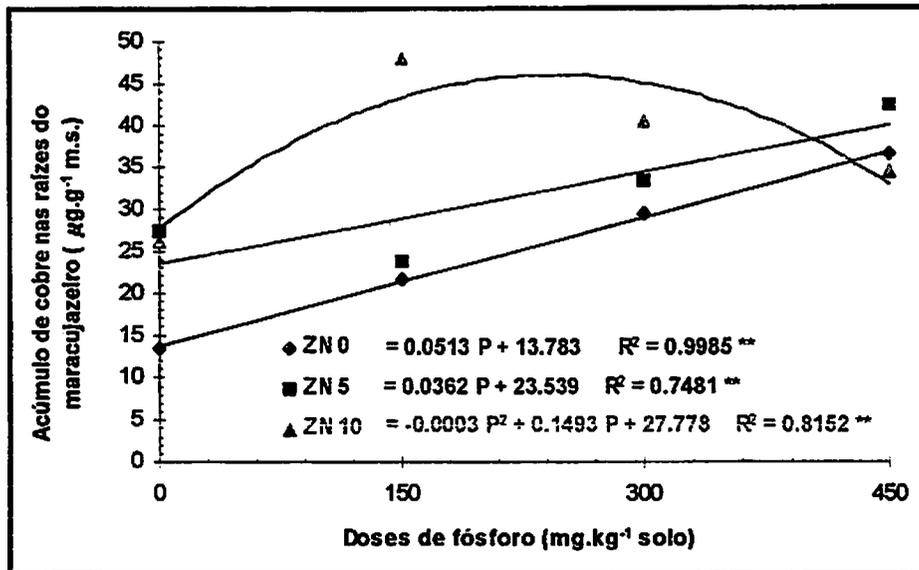


FIGURA 40 - Quantidades acumuladas de cobre na matéria seca das raízes do maracujazeiro aos 120 dias, em função das doses de fósforo e zinco. UFLA, Lavras, MG, 1998.

4.4.2 - Ferro

As variações nos valores dos teores e quantidades acumuladas de ferro na matéria seca das raízes das mudas do maracujazeiro advindas da interação entre as doses de fósforo e zinco, são apresentadas na Tabela 16A.

As variações na concentração e nas quantidades acumuladas de ferro nas raízes em função das doses de fósforo e zinco ajustaram-se a modelos quadráticos conforme mostram as Figuras 41 e 42. Na ausência da adição de zinco e de fósforo, foram verificados os menores valores para a concentração de ferro nas raízes. Quando não se adicionou o fósforo e aplicou-se a máxima dose de zinco foram detectados os máximos teores de zinco nas raízes.

Pela análise da Figura 41, percebe-se que a concentração de ferro nas raízes decresceu com os incrementos nas doses de fósforo, o que inicialmente indicaria um efeito depressivo do fósforo na absorção de ferro pelas raízes do maracujazeiro. Ao se comparar, porém as Figuras 41 e 42, evidencia-se que as reduções no teor de ferro nas raízes são acompanhadas de um acréscimo no acúmulo do mesmo, caracterizando o “efeito de diluição”, que foi promovido por um fator externo, no caso o fósforo, fazendo com que a concentração de ferro se diluísse num maior volume de raízes. Este comportamento foi notado em todos níveis de zinco, exceto na maior dose, que mostrou crescimento linear decrescente. Na ausência da adição do fósforo, os íons Fe^{++} , houve possivelmente uma inibição competitiva entre estes e os íons Zn^{++} , os quais ocuparam o sítio do carregador que seria destinado ao zinco. Quando foi porém, adicionado o fósforo, este formou com ferro um composto de baixa solubilidade, diminuindo o teor deste elemento no solo, contribuindo para aumentar a disponibilidade do zinco, o que pode ser comprovado analisando-se a Figura 42, na qual nota-se que os maiores acréscimos no acúmulo de zinco nas raízes foram verificados nas menores doses de fósforo.

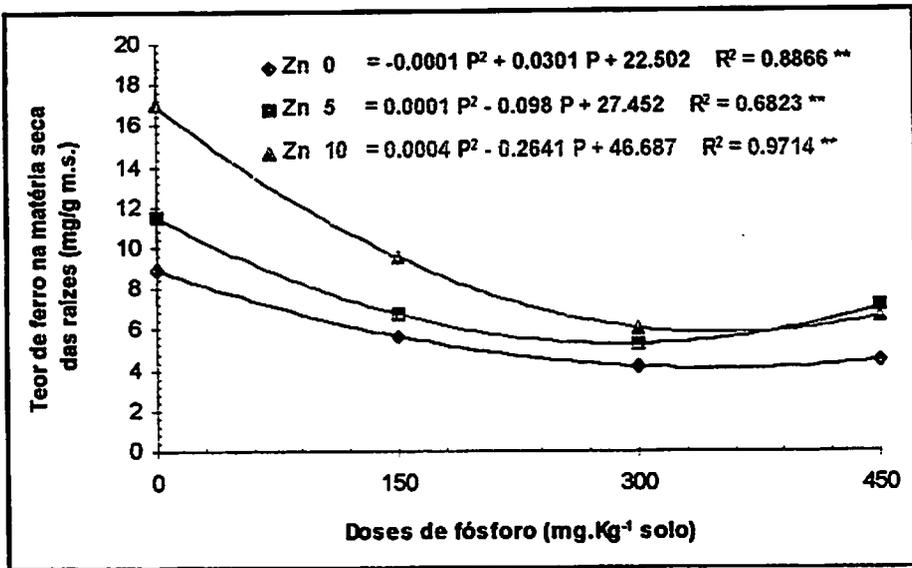


FIGURA 41 - Teor de ferro na matéria seca das raízes do maracujazeiro aos 120 dias em função das doses de fósforo e de zinco. UFLA, Lavras, MG, 1998.

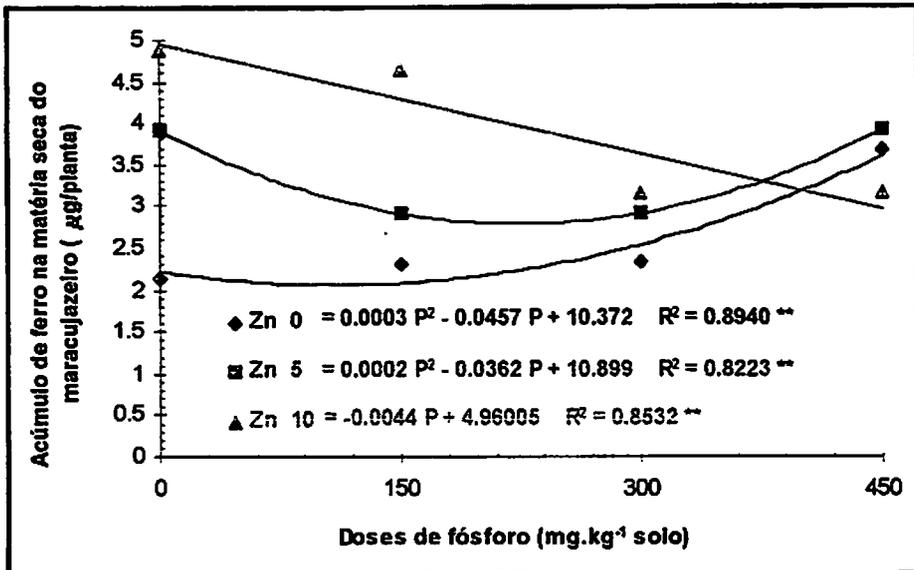


FIGURA 42 - Quantidades acumuladas de ferro na matéria seca das raízes do maracujazeiro aos 120 dias, em função de doses de fósforo e zinco. UFLA, Lavras, MG, 1998.

4.4.3 - Manganês

As variações na concentração e nas quantidades acumuladas de manganês, devido à aplicação das doses crescentes de fósforo estão expostas na Tabela 17A.

A análise de regressão revelou ajuste quadrático para os tecres de manganês nas raízes em relação às doses de fósforo na ausência da aplicação do zinco, e linear na dose de 10 mg Zn.dm⁻³ solo, não sendo verificadas respostas à aplicação destes nutrientes para os teores na dose de 5 mg Zn.dm⁻³ solo. Nota-se pela equação de regressão para as variações nos teores de manganês em relação às doses de fósforo na dose 10 mg Zn.dm⁻³ solo, que a cada incremento de 150 mg P.dm⁻³ solo, a concentração de manganês nas raízes terá um decréscimo da ordem de 9,42 µg Mn.g⁻¹ matéria seca (Figura 43).

Os acúmulos de manganês na matéria seca das raízes ajustaram-se a modelos quadráticos em função dos acréscimos nas doses fósforo em relação às doses 0 e 10 mg Zn.dm⁻³ solo e, tiveram crescimento linear na dose de 5 mg Zn.dm⁻³ solo para a qual estima-se que, cada incremento de 150 mg P.dm⁻³ solo, os teores de cobre nas raízes deverão sofrer um acréscimo de 7.35 µg manganês por planta (Figura 44). Na ausência da adição de zinco, os acúmulos foram progressivos em relação às doses de fósforo, onde foi observado o máximo acúmulo de manganês nas raízes e, na dose 10 mg Zn.dm⁻³ solo estes foram crescentes até a dose ótima estimada de 281,5 mg P.dm⁻³ solo.

Barbosa (1994) também detectou a influência da interação entre o zinco e o fósforo nos teores e acúmulos de manganês nas mudas de aroeira-do-sertão. Os teores e os acúmulos no caule ajustaram-se a modelos quadráticos, em função das doses de fósforo em todos níveis de zinco, o que também foi verificado para o teor na folha na dose 10 mg Zn.dm⁻³ solo e acúmulos nas doses 0 e 10 mg Zn.dm⁻³ solo, e linear para as demais doses estudadas.

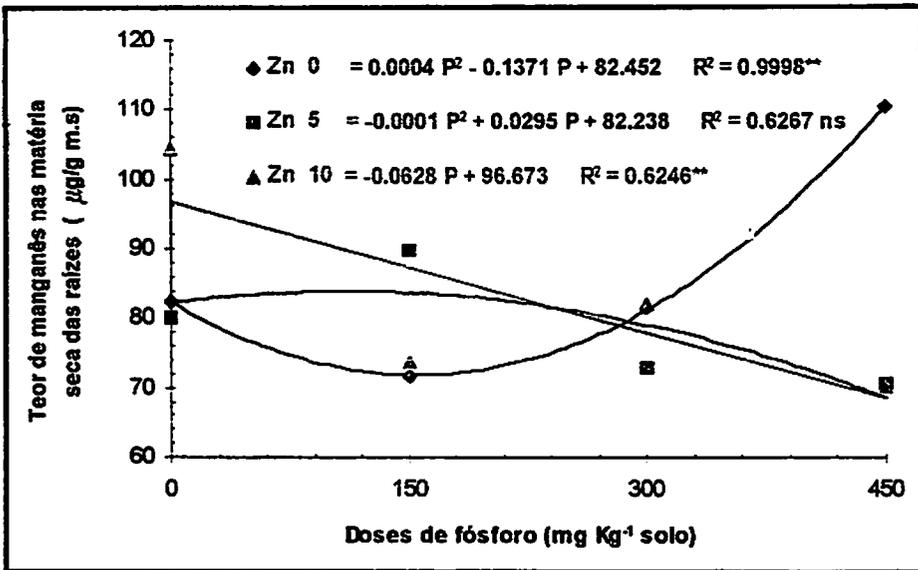


FIGURA 43 - Teor de manganês na matéria seca das raízes do maracujazeiro aos 120 dias, em função das doses de fósforo e de zinco. UFLA, Lavras, MG, 1998.

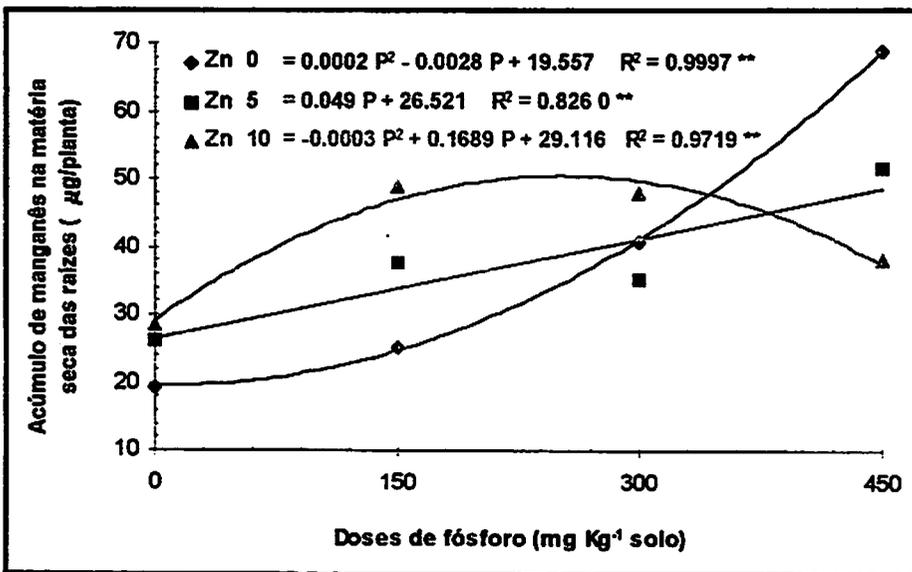


FIGURA 44 - Quantidades acumuladas de manganês na matéria seca das raízes do maracujazeiro aos 120 dias, em função das doses de fósforo e zinco. UFLA, Lavras, MG, 1998.

4.4.1 - Zinco

As variações nos teores e acúmulos de zinco n, devido à aplicação das doses crescentes de fósforo estão expostas na Tabela 17A. Visualiza-se pela Figura 45 que, as doses de fósforo exerceram efeito quadrático sobre o teor de zinco nas raízes, cujo o máximo teor observado na dose de 10 mg Zn.dm⁻³ de solo, seria proporcionada pela dose estimada de 45 mg P.dm⁻³ de solo.

Da análise da Figura 45, depreende-se que a medida que se aumentam as doses de fósforo, o teor de zinco nas raízes decresce, indicando que o fósforo esteja inibindo a absorção do zinco. Todavia, pela comparação entre as Figuras 45 e 46, percebe-se que a redução nos teores de zinco visualizada na Figura 45, é acompanhada de um acréscimo no acúmulo de zinco nas raízes, o que caracteriza o “efeito de diluição” proporcionado por um fator externo, no caso o fósforo, o qual propiciou aumentos na matéria seca das raízes, que fizeram com que a concentração de zinco ficasse diluída nesta maior massa vegetal.

O acúmulos de zinco nas raízes apresentaram comportamento quadrático em relação ao fósforo dentro dos níveis 5 e 10 mg Zn.dm⁻³ solo, e linear na ausência da adição deste nutriente. A cada aumento de 150 mg P.dm⁻³ solo, espera-se um acréscimo no acúmulo de zinco equivalente a 4.83 mg Zn.dm⁻³ solo. Os máximos acúmulos de zinco verificados na dose de 10 mg Zn.dm⁻³ solo, foram promovidos pela dose ótima estimada de 205 mg P.dm⁻³ solo.

Barbosa (1994), trabalhando com mudas de aroeira do sertão, também observou o efeito da interação entre as doses de fósforo e de zinco sobre o teor e o acúmulo de zinco na matéria seca das raízes das plantas. Este detectou pela análise de regressão ajuste quadráticos para a concentração e o acúmulo de zinco no caule e nas folhas, e ajustes quadráticos para as quantidades acumuladas de Zn no caule e nas folhas nas doses 0 e 10 mg Zn.dm⁻³ solo, linear para a dose 5 mg Zn.dm⁻³ solo.

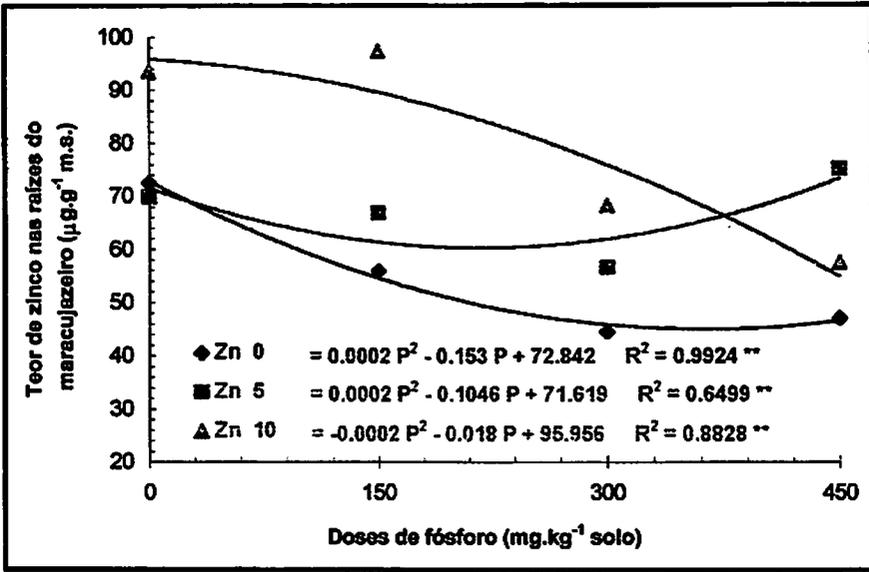


FIGURA 45 - Teor de zinco na matéria seca das raízes do maracujazeiro aos 120 dias, em função das doses de fósforo e zinco. UFLA, Lavras, MG, 1998.

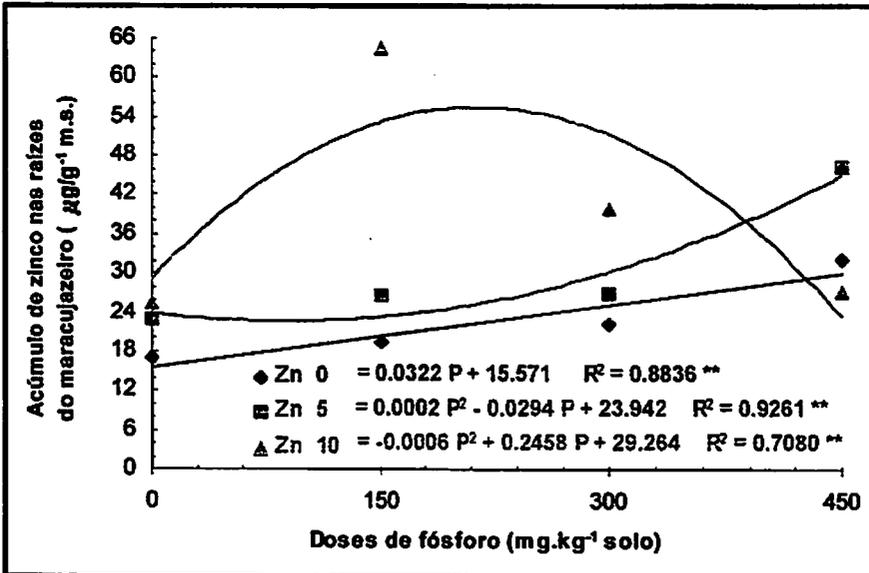


FIGURA 46 - Quantidades acumuladas de zinco na matéria seca das raízes do do maracujazeiro aos 120 dias, em função das doses de fósforo e zinco. UFLA, Lavras, MG, 1998.

5. CONCLUSÕES

Nas condições em que foi realizado este trabalho e tomando-se como base os resultados obtidos, chega-se as seguintes conclusões:

A interação entre o fósforo e o zinco teve influência nas características de crescimento das plantas, bem como na sua nutrição, propiciando alterações nos teores e nas quantidades acumuladas dos nutrientes na matéria seca da parte aérea e das raízes.

Os incrementos nas doses de fósforo propiciaram acréscimos na produção de matéria seca da parte aérea e das raízes, promovendo o “efeito de diluição” nos teores dos nutrientes na parte aérea e nas raízes. O diâmetro do colo das mudas foi influenciado somente pela aplicação isolada do fósforo e do zinco.

As características de crescimento, altura e número de folhas sofreram influência do fósforo e do zinco, os quais interagiram com as diferentes épocas de avaliação. Nas condições do experimento, a combinação de 5 mg Zn.dm⁻³ solo e 450 mg P.dm⁻³ solo propiciou, a obtenção de mudas aptas para o plantio e com altura superior às demais.

Os máximos teores dos macronutrientes P, K, Ca, Mg, S (mg.kg⁻¹ m.s.) encontrados na parte aérea das plantas que apresentaram a maior produção de matéria seca foram; 0,64; 16,17; 17,14; 2,87 e 2,03 e, dos micronutrientes: Cu, Fe, Mn e Zn (µg.kg⁻¹ m.s.) foram; 6,34; 8,65; 58,37 e 27,37.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABANTO, A. M.; MÜLLER, L. E. Alteraciones producidas em el maracuyá (*Passiflora edulis* Sims) por deficiências de nitrógeno, fósforo y potásio. Turrialba. Costa Rica, v. 26, n. 4, p. 331-335, oct./dic. 1976.
- BARBOSA, Z. Efeito do fósforo e do zinco na nutrição e crescimento de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (aroeira-do-sertão). Lavras, ESAL, 1990. 105p. (Dissertação de Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).
- BRASIL SOBRINHO, M. O. C. do.; FREIRE, O.; SILVEIRA, R. I. Zinco em alguns solos de Piracicaba: avaliação por testes químicos. Revista de Agricultura. Piracicaba, v. 54, n. 4, p. 217-235, dez. 1979.
- BROWN, A. L.; KRANTZ, B.A.; EDDINGS, J. L. Zinc-phosphorus interations as mensured by plant response and soil analysis. Soil Science, Baltimore, v. 110, n.6, p. 415-420, Nov./Dec. 1970.
- ✓ BUENO, D. M. Efeito do superfosfato triplo no crescimento de porta-enxertos de citros, em diferentes tipos de solo. Lavras: ESAL, 1984, 176 p. (Dissertação de Mestrado em Fitotecnia).
- CAMBRAIA, J. F. Influência de substratos e do superfosfato triplo no crescimento e na nutrição limoeiro "Cravo" (*Citrus limonia* Osbeck) até a repicagem. Lavras: ESAL, 1979. 131 p. (Dissertação de Mestrado em Fitotecnia).
- CARDOSO, E. L.; ALVARENGA, G.; CARVALHO, M. M.; CARVALHO, J. G. de. C. Efeito de doses de superfosfato simples no substrato sobre os teores de macro e micronutrientes em mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) 'Mundo Novo' e 'Catuai'. Ciência e Prática, Lavras, v.16, n.2, p.201-206, abr./jun. 1992.
- CARVALHO, J. G. de.; LOPES, P. S. N.; RAMOS, J. D.; GONÇALVES, C. A. A. Marcha de absorção de macronutrientes em mudas de maracujazeiro azedo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 22, 1996, Manaus. Resumos Expandidos... Manaus: SBCS, 1996. p. 373-374.

- CARVALHO, S. A. de. Métodos de aplicação do superfosfato simples e do calcário dolomítico no limoeiro "Cravo" em sementeira. Lavras: ESAL, 1987. 124 p. (Dissertação de Mestrado em Fitotecnia).
- CHRISTENSEN, N. W.; JACKSON. Potential for Phosphorus Toxicity in Zinc-Stressed Corn and Potato. *Soil Science Society of America Journal*. Madson, v. 45, n. 5, p. 904-909, Sept./Oct. 1981.
- ELLIS JR, R.; DAVIS, J. F.; THURLOW, D. L. Zinc availability in calcareous Michigan soil as influenced by phosphorus level and temperature. *Soil Science Society of America Proceedings*. Madison, v. 28, n. 1, p. 83-86, Jan./Feb. 1964.
- 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.
- EZEQUIEL, A. C. Efeitos da adição de boro e zinco a substratos, no desenvolvimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). Lavras: ESAL, 1980, 72 p. (Dissertação de Mestrado em Fitotecnia).
- ✓ FAQUIN, V. Nutrição Mineral de Plantas. Lavras: ESAL/FAEPE, 1994. 227 p.
- ✓ FERRI, M. G. (ed.). Fisiologia vegetal, 1. São Paulo: EPU, 1985. 362 p.
- ✗ FRAZÃO, D. A. C. Efeito dos elementos e suas deficiências. In: HAAG, H. P., coord. Nutrição e adubação da seringueira no Brasil. Campinas: Fundação Cargill, 1983, p. 41-48.
- JARRELL, W. M.; BEVERLY, R. B. The dilution effect in plant nutrition studies. *Advances in Agronomy*. New York, v. 34, p. 197-224, 1981.
- ✓ KLIEMANN, H. J.; CAMPELO JUNIOR, J. H.; AZEVEDO, J. A. de.; GUILHERME, M. R.; GENÚ, P. J. de. C. Nutrição Mineral e Adubação do Maracujazeiro. In: HAAG, H. P. (coord.) Nutrição mineral e adubação de frutíferas tropicais no Brasil. Campinas: Fundação Cargill, 1986. p. 246-284.
- LIRA, L. M. Efeito de substratos e do superfosfato simples no limoeiro (*Citrus limonia* Osbeck. cv. "Cravo") até a repicagem. Lavras: ESAL, 1990. 86p. (Tese de Mestrado em Fitotecnia).

- 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.
- ✓ LYNDSEY, W. L. Zinc in soils and plant nutrition. *Advances in Agronomy*, New York, v. 24, p. 147-186, 1972.
- ✓ MALAVOLTA, E. Elementos de Nutrição Mineral de Plantas: princípios e aplicações. São Paulo: CERES, 1981. 251 p.
- ✓ MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997, 319 p.
- ✓ MANICA, I. Fruticultura tropical, 1 - Maracujá. São Paulo: Ceres, 1981, 151 p.
- ✓ MARQUES, R. Efeito do fósforo e do zinco na nutrição e crescimento de porta-enxertos de seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell Arg.). Lavras, ESAL, 1990. 110 p. (Dissertação de Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).
- McGRATH, J. R.; 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.
- MARSHNER, H. Mineral Nutrition of higher plants. 2. ed. San Diego: Academic Press, 1997. 889 p.
- MELETTI, L. M. M. Maracujá: produção e comercialização em São Paulo. Campinas: Instituto Agronômico, 1996. 26 p.
- MENEZES, A. C. de. S. G. Efeito da matéria orgânica e do superfosfato simples no crescimento e nutrição de mudas de bananeira (*Musa sp.*) cv. "Grand Naime" produzidas por cultura de tecidos. Lavras: UFLA, 1997. 63 p. (Dissertação de Mestrado em Fitotecnia).
- NICOLI, A. M. Influência de fontes e níveis de fósforo no crescimento e nutrição mineral do limoeiro "Cravo" (*Citrus limonia* Osbeck) em vasos, até a repicagem. Lavras: ESAL, 1982. 103 p. (Dissertação de Mestrado em Fitotecnia).

- OLIVEIRA, P. R. A.** Efeito do superfosfato simples e do calcário dolomítico na formação de mudas de mamoeiro (*Carica papaya* L. cv. Solo). Lavras: ESAL, 1986. 110 p. (Dissertação de Mestrado em Fitotecnia).
- OLSEN, S. R.** Micronutrient interactions. In: MORTVEDT, J.J.; GIORDANO, P. M.; LINDSAY, W. L., Eds. Micronutrient in Agriculture. Soil Science Society of América, Madison, Wisconsin . p. 243-264, 1972. .
- PEIXOTO, J. R.** Efeito da matéria orgânica, superfosfato simples e do cloreto de potássio na formação de mudas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims). Lavras: ESAL, 1986, 101 p. (Tese de Mestrado em Fitotecnia).
- QUAGGIO, J. A.** Critérios para calagem em solos do Estado de São Paulo. Piracicaba: ESALQ, 1983, 76p. (Tese de Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).
- REZENDE, L. de P.** Efeito do volume de substrato e do superfosfato simples na formação de porta-enxertos de citros. Lavras: ESAL, 1991, 97 p. (Dissertação de Mestrado em Fitotecnia).
- ROCHA, A. C. da.** Efeito da matéria orgânica e do superfosfato simples na formação de mudas do mamoeiro (*Carica papaya* L. cv. Solo). Lavras: ESAL, 1987. 52 p. (Dissertação de Mestrado em Fitotecnia).
- RODRIGUES, M. G. V.** Efeito do calcário dolomítico e superfosfato simples, no crescimento e nutrição de mudas de bananeira (*Musa sp.*) cv. Mysore (AAB), obtidas "in vitro". Lavras: UFLA, 1995, 65 p. (Dissertação de Mestrado em Fitotecnia).
- RUGGIERO, C. et al.** Maracujá para exportação: aspectos técnicos da produção. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1996. 64 p. (Publicações técnicas FRUPEX, 19).
- SAKAL, R.; SINHA, R. B.** Phosphorus and potassium nutrition of rice as influenced by zinc and iron application. The Madras agricultural Journal. Coimbatore, v.70, n.7, p. 458-461, July. 1983.
- SEABRA FILHO, M.** Efeito de composições e superfosfato simples no crescimento e nutrição de mudas de bananeira cv. Nanicão obtidas por propagação rápida "in vivo". Lavras: ESAL, 1994. 103 p. (Dissertação de Mestrado em Fitotecnia).

SILVA, J. U. B. Efeitos do superfosfato simples e de seus nutrientes no crescimento do limoeiro "Cravo" (*Citrus limonia* Osbeck) em vasos até a repicagem. Lavras: ESAL, 1981. 110p. (Dissertação de Mestrado em Fitotecnia).

SINGH, J. P.; KARAMANOS, R. E.; STEWART, J. W. B. Phosphorus-induced Zinc in Wheat on Residual Phosphorus Plots. *Agronomy Journal*, v. 78, p. 668-674, July./Aug. 1986.

SOUTO, R. F. Métodos de aplicação e doses de superfosfato simples no limoeiro (*Citrus limonia* Osbeck cv. Cravo) em viveiro. Lavras: ESAL, 1993. 75 p. (Dissertação de Mestrado em Fitotecnia).

SOUSA, H. U. de. Efeito de composições e doses de superfosfato simples no crescimento e nutrição de mudas de bananeira (*Musa sp.*) cv. Mysore obtidas por cultura de meristemas. Lavras: ESAL, 1994, 88 p. (Dissertação de Mestrado em Fitotecnia).

STUKENHOLTZ, D. D.; OLSEN, R. J.; GOGAN, G.; OLSON, R. A. On the mechanism of phosphorus-zinc interaction in corn nutrition. *Soil Science Society of America Proceedings*. Madison, v.30, n.6, p.759-763, Nov./Dec. 1966.

TAKKAR, P. N.; MANN, M. S.; BANSAL, R. L.; RANDHAWA, N. S.; SING, 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.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Plant Physiology*. California: The Benjamin Cummings Company, Inc. 1991, 565 p.

✓ VALE, F. R. do.; GUILHERME, L. R. G.; GUEDE, G. A. de. A. Fertilidade do solo : dinâmica e disponibilidade de nutrientes. Lavras: ESAL/FAEPE, 1994, 171 p.

VANRAIJ, B. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba: CERES/POTAFOS, 1991, 343 p.

VETTORI, L. Métodos de análise do solo. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1969. 24 p. (Boletim técnico, 7).

VICENTINI, S. Efeito de doses e intervalos de aplicação de MAP no crescimento de mudas de bananeira cv. Grand Naime obtidas "in vitro". Lavras: UFLA, 1995, 99 p. (Dissertação de Mestrado em Fitotecnia).

WARNOCK, R. E. Micronutrient uptake and mobility corn plants (*Zea mays* L.) in relation to phosphorus induced deficiency. *Soil Science of American Proceedings*. Madison, v.34, n.5, p.765-769, Sept./oct. 1970.

ZONTA, E. P.; MACHADO, A. A.; SILVEIRA, P. Sistema de análise estatística para microcomputadores - SANEST. Pelotas: UFPEL, 1984. (Disquete).

ANEXO

TABELA	Página
1A	Efeito da interação fósforo x zinco sobre o teor e o acúmulo de fósforo na matéria seca da parte aérea de mudas do maracujazeiro. UFLA, Lavras, Minas Gerais, 1998..... 85
2A	Efeito da interação fósforo x zinco sobre o teor e o acúmulo de potássio na matéria seca da parte aérea de mudas do maracujazeiro. UFLA, Lavras, Minas Gerais, 1998..... 85
3A	Efeito da interação fósforo x zinco sobre o teor e o acúmulo de cálcio na matéria seca da parte aérea de mudas do maracujazeiro. UFLA, Lavras, Minas Gerais, 1998..... 86
4A	Efeito da interação fósforo x zinco sobre o teor e o acúmulo de magnésio na matéria seca da parte aérea de mudas do maracujazeiro. UFLA, Lavras, Minas Gerais, 1998..... 86
5A	Efeito da interação fósforo x zinco sobre o teor e o acúmulo de fósforo na matéria seca da parte aérea de mudas do maracujazeiro. UFLA, Lavras, Minas Gerais, 1998..... 87
6A	Efeito da interação fósforo x zinco sobre o teor e o acúmulo de enxofre na matéria seca da parte aérea de mudas do maracujazeiro. UFLA, Lavras, Minas Gerais, 1998..... 87
7A	Efeito da interação fósforo x zinco sobre o teor e o acúmulo de cobre na matéria seca da parte aérea de mudas do maracujazeiro. UFLA, Lavras, Minas Gerais, 1998..... 88
8A	Efeito da interação fósforo x zinco sobre o teor e o acúmulo de ferro na matéria seca da parte aérea de mudas do maracujazeiro. UFLA, Lavras, Minas Gerais, 1998..... 88
9A	Efeito da interação fósforo x zinco sobre o teor e o acúmulo de manganês na matéria seca da parte aérea de mudas do maracujazeiro. UFLA, Lavras, Minas Gerais, 1998..... 89

10A	Efeito da interação fósforo x zinco sobre o teor e o acúmulo de zinco na matéria seca da parte aérea de mudas do maracujazeiro. UFLA, Lavras, Minas Gerais, 1998.....	89
11A	Efeito da interação fósforo x zinco sobre o teor e o acúmulo de fósforo na matéria seca das raízes de mudas do maracujazeiro. UFLA, Lavras, Minas Gerais, 1998.....	90
12A	Efeito da interação fósforo x zinco sobre o teor e o acúmulo de potássio na matéria seca das raízes de mudas do maracujazeiro. UFLA, Lavras, Minas Gerais, 1998.....	90
13A	Efeito da interação fósforo x zinco sobre o teor e o acúmulo de cálcio na matéria seca das raízes de mudas do maracujazeiro. UFLA, Lavras, Minas Gerais, 1998.....	91
14A	Efeito da interação fósforo x zinco sobre o teor e o acúmulo de magnésio na matéria seca das raízes de mudas do maracujazeiro. UFLA, Lavras, Minas Gerais, 1998.....	91
15A	Efeito da interação fósforo x zinco sobre o teor e o acúmulo de enxofre na matéria seca das raízes de mudas do maracujazeiro. UFLA, Lavras, Minas Gerais, 1998.....	92
16A	Efeito da interação fósforo x zinco sobre o teor e o acúmulo de ferro na matéria seca das raízes de mudas do maracujazeiro. UFLA, Lavras, Minas Gerais, 1998.....	92
17A	Efeito da interação fósforo x zinco sobre o teor e o acúmulo de manganês na matéria seca das raízes de mudas do maracujazeiro. UFLA, Lavras, Minas Gerais, 1998.....	93
18A	Efeito da interação fósforo x zinco sobre o teor e o acúmulo de zinco na matéria seca das raízes de mudas do maracujazeiro. UFLA, Lavras, Minas Gerais, 1998.....	93

TABELA 1A - Efeito da interação entre o fósforo e o zinco no teores e acúmulo de fósforo na matéria seca da parte aérea de mudas de maracujazeiro. UFLA, Lavras, MG, 1998.

DOSES DE ZINCO	DOSES DE FÓSFORO (mg P/kg solo)			
	0	150	300	450
Teor de fósforo na matéria seca da parte aérea (g/kgm.s)				
0.0 mg Zn/kg solo	0.4815	0.4457	0.5228	0.6400
5.0 mg Zn/kg solo	0.4225	0.5975	0.5225	0.5575
10.0 mg Zn/kg solo	0.4870	0.4320	0.5692	0.5107
Acúmulo de fósforo na matéria seca da parte aérea (mg/planta)				
0.0 mg Zn/kg solo	0.1838	0.3062	0.7330	2.3435
5.0 mg Zn/kg solo	0.1850	0.3187	0.5367	2.4465
10.0 mg Zn/kg solo	0.1550	0.1887	0.7467	1.3585

TABELA 2A - Efeito da interação entre o fósforo e o zinco sobre os teores e os acúmulos de potássio na matéria seca da parte aérea de mudas de maracujazeiro aos 120 dias. UFLA, Lavras, MG, 1998.

DOSES DE ZINCO	DOSES DE FÓSFORO (mg P/kg solo)			
	0	150	300	450
Teor de potássio na matéria seca da parte aérea (g/kgm.s.)				
0.0 mg Zn/kg solo	15.487	12.100	10.450	16.170
5.0 mg Zn/kg solo	23.198	20.479	19.360	18.590
10.0 mg Zn/kg solo	25.424	18.751	17.930	15.400
Acúmulo de potássio na matéria seca da parte aérea (mg/planta)				
0.0 mg Zn/kg solo	5.7935	8.3132	16.0435	59.2593
5.0 mg Zn/kg solo	10.0792	10.7987	18.2443	54.5150
10.0 mg Zn/kg solo	8.0837	8.3235	21.3728	39.5950

TABELA 3A - Efeito da interação entre o fósforo e o zinco sobre os teores e os acúmulos de cálcio na matéria seca da parte aérea de mudas de maracujazeiro. UFLA, Lavras, MG, 1998.

DOSES DE ZINCO	DOSES DE FÓSFORO (mg P/kg solo)			
	0	150	300	450
Teor de cálcio na matéria seca da parte aérea (g/kgm.s.)				
0.0 mg Zn/kg solo	17.416	14.200	13.535	17.139
5.0 mg Zn/kg solo	25.789	22.402	21.332	19.084
10.0 mg Zn/kg solo	30.511	26.494	21.272	19.443
Acúmulo de cálcio na matéria seca da parte aérea (mg/planta)				
0.0 mg Zn/kg solo	6.5385	8.3363	18.7735	63.0075
5.0 mg Zn/kg solo	11.1308	11.6860	21.9663	55.7910
10.0 mg Zn/kg solo	9.7225	12.6812	25.3740	45.8153

TABELA 4A - Efeito da interação entre o fósforo e o zinco sobre os teores e os acúmulos de magnésio na matéria seca da parte aérea de mudas de maracujazeiro aos 120 dias. UFLA, Lavras, MG, 1998.

DOSES DE ZINCO	DOSES DE FÓSFORO (mg P/kg solo)			
	0	150	300	450
Teor de potássio na matéria seca da parte aérea (g/kgm.s.)				
0.0 mg Zn/kg solo	3.470	1.956	1.592	2.871
5.0 mg Zn/kg solo	6.082	3.583	2.918	2.670
10.0 mg Zn/kg solo	6.347	4.386	3.339	3.007
Acúmulo de potássio na matéria seca da parte aérea (mg/planta)				
0.0 mg Zn/kg solo	1.2722	1.3722	2.4190	10.6085
5.0 mg Zn/kg solo	2.5935	1.9748	3.0110	7.8413
10.0 mg Zn/kg solo	2.0080	1.7037	3.9688	7.1015

TABELA 5A - Efeito da interação entre o fósforo e o zinco sobre os teores e os acúmulos de enxofre na matéria seca da parte aérea de mudas de maracujazeiro. UFLA, Lavras, MG, 1998.

DOSES DE ZINCO	DOSES DE FÓSFORO (mg P/kg solo)			
	0	150	300	450
Teor de enxofre na matéria seca da parte aérea (g/kg)				
0.0 mg Zn/kg solo	2.7910	2.1017	2.0305	2.0310
5.0 mg Zn/kg solo	2.7153	2.5872	2.8693	2.7842
10.0 mg Zn/kg solo	4.9497	3.8365	3.8800	3.4868
Acúmulo de enxofre na matéria seca da parte aérea (g/planta)				
0.0 mg Zn/kg solo	1.0555	1.4140	3.3825	7.6592
5.0 mg Zn/kg solo	1.1678	1.3522	3.1590	8.4392
10.0 mg Zn/kg solo	1.5600	1.6585	4.3807	9.2723

TABELA 6A - Efeito da interação fósforo x zinco sobre os teores e acúmulos de cobre na matéria seca da parte aérea de mudas de maracujazeiro aos 120 dias. UFLA, Lavras, MG, 1998.

DOSES DE ZINCO	DOSES DE FÓSFORO (mg P/kg solo)			
	0	150	300	450
Teor de cobre na matéria seca da parte aérea (mg/kg)				
0.0 mg Zn/kg solo	11.5812	12.5345	5.5035	6.3400
5.0 mg Zn/kg solo	10.2065	7.0383	6.2280	6.7990
10.0 mg Zn/kg solo	14.4140	9.4657	5.8905	5.5330
Acúmulo de cobre na matéria seca da parte aérea (µg/planta)				
0.0 mg Zn/kg solo	4.3568	8.4804	8.3410	21.1058
5.0 mg Zn/kg solo	4.4300	3.7170	6.2950	24.2260
10.0 mg Zn/kg solo	4.5343	4.1247	7.0015	14.0322

TABELA 7A - Efeito da interação fósforo x zinco sobre o teores e acúmulos de ferro na matéria seca da parte aérea de mudas de maracujazeiro. UFLA, Lavras, MG, 1998.

DOSES DE ZINCO	DOSES DE FÓSFORO (mg P/kg solo)			
	0	150	300	450
Teor de ferro na matéria seca da parte aérea (mg/kg)				
0.0 mg Zn/kg solo	21.4818	26.9198	15.8455	8.6543
5.0 mg Zn/kg solo	29.5795	9.3995	16.5467	8.4645
10.0 mg Zn/kg solo	48.0455	11.5875	5.9097	3.8418
Acúmulo de ferro na matéria seca da parte aérea (µg/planta)				
0.0 mg Zn/kg solo	8.0310	16.9337	15.2254	49.7209
5.0 mg Zn/kg solo	12.2519	4.8684	17.9149	24.3407
10.0 mg Zn/kg solo	15.1866	5.0117	7.1375	9.2512

TABELA 8A - Efeito da interação fósforo x zinco sobre os teores e acúmulos de manganês na matéria seca da parte aérea de mudas de maracujazeiro. UFLA, Lavras, MG, 1998.

DOSES DE ZINCO	DOSES DE FÓSFORO (mg P/kg solo)			
	0	150	300	450
Teor de manganês na matéria seca da parte aérea (mg/kg)				
0.0 mg Zn/kg solo	55.5838	67.3360	62.1390	58.3715
5.0 mg Zn/kg solo	74.1848	65.4658	66.7265	54.6910
10.0 mg Zn/kg solo	72.3555	53.8645	60.2790	54.50.45
Acúmulo de manganês na matéria seca da parte aérea (µg/planta)				
0.0 mg Zn/kg solo	20.9030	44.7882	96.6392	191.7770
5.0 mg Zn/kg solo	32.2243	33.2393	56.0362	141.6748
10.0 mg Zn/kg solo	28.0572	24.1147	71.9945	125.8510

TABELA 9A - Efeito da interação fósforo x zinco sobre o teores e acúmulos de zinco na matéria seca da parte aérea de mudas de maracujazeiro aos 120 dias. UFLA, Lavras, MG, 1998.

DOSES DE ZINCO	DOSES DE FÓSFORO (mg P/kg solo)			
	0	150	300	450
Teor de enxofre na matéria seca da parte aérea (g/kg)				
0.0 mg Zn/kg solo	29.6545	34.1350	27.0100	24.3775
5.0 mg Zn/kg solo	39.2292	30.5238	27.1040	29.9090
10.0 mg Zn/kg solo	45.3665	36.7995	32.1695	30.7340
Acúmulo de enxofre na matéria seca da parte aérea (g/planta)				
0.0 mg Zn/kg solo	13.1665	20.6068	47.6620	100.5755
5.0 mg Zn/kg solo	16.9900	16.0217	24.7503	80.8140
10.0 mg Zn/kg solo	14.4762	13.4940	36.0125	79.8300

TABELA 10A - Efeito da interação fósforo x zinco sobre os teores e acúmulos de fósforo na matéria seca das raízes de mudas de maracujazeiro. UFLA, Lavras, MG, 1998.

DOSES DE ZINCO	DOSES DE FÓSFORO (mg P/kg solo)			
	0	150	300	450
Teor de fósforo na matéria seca das raízes (g/kg)				
0.0 mg Zn/kg solo	0.3680	0.4120	0.3895	0.5105
5.0 mg Zn/kg solo	0.3630	0.5460	0.5075	0.5345
10.0 mg Zn/kg solo	0.5480	0.4080	0.5095	0.5365
Acúmulo de fósforo na matéria seca das raízes (g/planta)				
0.0 mg Zn/kg solo	0.0862	0.1449	0.1944	0.3502
5.0 mg Zn/kg solo	0.1183	0.2236	0.2156	0.3325
10.0 mg Zn/kg solo	0.1492	0.2696	0.2972	0.2607

TABELA 11A - Efeito da interação fósforo x zinco sobre os teores e acúmulos de potássio na matéria seca das raízes de mudas de maracujazeiro. UFLA, Lavras, MG, 1998.

DOSES DE ZINCO	DOSES DE FÓSFORO (mg P/kg solo)			
	0	150	300	450
Teor de potássio na matéria seca das raízes (g/kg)				
0.0 mg Zn/kg solo	1.9325	2.8395	5.0005	5.6100
5.0 mg Zn/kg solo	2.2780	5.6455	4.5170	4.2900
10.0 mg Zn/kg solo	1.1480	4.2025	3.7365	4.1380
Acúmulo de potássio na matéria seca das raízes (g/planta)				
0.0 mg Zn/kg solo	0.4538	0.9961	2.4799	3.7462
5.0 mg Zn/kg solo	0.7445	2.1283	1.8369	2.6947
10.0 mg Zn/kg solo	0.3130	2.7852	2.4990	1.9868

TABELA 12A - Efeito da interação fósforo x zinco sobre os teores e acúmulos de cálcio na matéria seca das raízes de mudas de maracujazeiro. UFLA, Lavras, MG, 1998.

DOSES DE ZINCO	DOSES DE FÓSFORO (mg P/kg solo)			
	0	150	300	450
Teor de cálcio na matéria seca das raízes (g/kg)				
0.0 mg Zn/kg solo	20.9775	16.2350	14.8005	13.976
5.0 mg Zn/kg solo	15.1470	16.4040	16.0300	14.7775
10.0 mg Zn/kg solo	22.361	13.608	14.7735	16.3025
Acúmulo de cálcio na matéria seca das raízes (g/planta)				
0.0 mg Zn/kg solo	4.9293	5.7294	7.3844	9.5803
5.0 mg Zn/kg solo	7.3844	9.5803	6.7007	9.2209
10.0 mg Zn/kg solo	6.1040	9.0280	8.6500	7.7019

TABELA 13A - Efeito da interação fósforo x zinco sobre o teores e acúmulos de magnésio na matéria seca das raízes de mudas de maracujazeiro. UFLA, Lavras, MG, 1998.

DOSES DE ZINCO	DOSES DE FÓSFORO (mg P/kg solo)			
	0	150	300	450
Teor de magnésio na matéria seca das raízes (g/kg)				
0.0 mg Zn/kg solo	4.5425	2.4420	1.6800	1.9820
5.0 mg Zn/kg solo	3.6250	2.6060	1.6245	1.9525
10.0 mg Zn/kg solo	3.9680	1.6770	1.7610	1.8780
Acúmulo de magnésio na matéria seca das raízes (g/planta)				
0.0 mg Zn/kg solo	1.0672	0.8551	0.8392	1.3656
5.0 mg Zn/kg solo	1.1847	1.0675	0.6848	1.2255
10.0 mg Zn/kg solo	1.0829	1.1103	1.0207	0.8817

TABELA 14A - Efeito da interação fósforo x zinco sobre os teores e acúmulos de enxofre na matéria seca das raízes de mudas de maracujazeiro. UFLA, Lavras, MG, 1998.

DOSES DE ZINCO	DOSES DE FÓSFORO (mg P/kg solo)			
	0	150	300	450
Teor de enxofre na matéria seca das raízes (g/kg)				
0.0 mg Zn/kg solo	3.1140	2.8160	2.5045	2.8055
5.0 mg Zn/kg solo	2.6725	2.9680	2.7980	2.6025
10.0 mg Zn/kg solo	2.7975	2.7220	2.5885	2.3540
Acúmulo de enxofre na matéria seca das raízes (g/planta)				
0.0 mg Zn/kg solo	0.7318	0.9912	1.2512	1.9120
5.0 mg Zn/kg solo	0.8733	1.0583	1.3322	1.6217
10.0 mg Zn/kg solo	0.7630	1.8033	1.5055	1.1105

TABELA 15A - Efeito do fósforo e do zinco sobre o teores e os acúmulos de cobre na matéria seca das raízes de mudas de maracujazeiro. UFLA, Lavras, MG, 1998.

DOSES DE ZINCO	DOSES DE FÓSFORO (mg P/kg solo)			
	0	150	300	450
Teor de cobre na matéria seca das raízes (mg/kg)				
0.0 mg Zn/kg solo	72.4169	55.8963	44.5736	46.9590
5.0 mg Zn/kg solo	69.8313	66.7052	56.5276	75.0475
10.0 mg Zn/kg solo	93.3857	97.2938	68.1547	57.3693
Acúmulo de cobre na matéria seca das raízes (µg/planta)				
0.0 mg Zn/kg solo	17.0182	19.6459	22.3792	32.1891
5.0 mg Zn/kg solo	22.8349	26.6782	27.0910	46.2104
10.0 mg Zn/kg solo	25.4945	64.5058	39.9433	27.1891

TABELA 16A - Efeito da interação fósforo x zinco sobre o teores e acúmulos de ferro na matéria seca das raízes de mudas de maracujazeiro. UFLA, Lavras, MG, 1998.

DOSES DE ZINCO	DOSES DE FÓSFORO (mg P/kg solo)			
	0	150	300	450
Teor de ferro na matéria seca das raízes (mg/kg)				
0.0 mg Zn/kg solo	21.4818	26.9198	15.8455	8.6543
5.0 mg Zn/kg solo	29.5795	9.3995	16.5467	8.4645
10.0 mg Zn/kg solo	48.0455	11.5875	5.9097	3.8418
Acúmulo de ferro na matéria seca das raízes (µg/planta)				
0.0 mg Zn/kg solo	8.0310	16.9337	15.2254	42.7209
5.0 mg Zn/kg solo	12.2519	4.8684	17.9149	24.3407
10.0 mg Zn/kg solo	15.1866	5.0117	7.1375	9.2512

TABELA 17A - Efeito da interação fósforo x zinco sobre os teores acúmulos de zinco na matéria seca das raízes de mudas de maracujazeiro. UFLA, Lavras, MG, 1998.

DOSES DE ZINCO	DOSES DE FÓSFORO (mg P/kg solo)			
	0	150	300	450
Teor de zinco na matéria seca das raízes (mg/kg)				
0.0 mg Zn/kg solo	72.4169	55.8963	44.5736	46.9590
5.0 mg Zn/kg solo	69.8313	66.7052	56.5276	75.0475
10.0 mg Zn/kg solo	93.3857	97.2938	68.1547	57.3693
Acúmulo de zinco na matéria seca das raízes (µg/planta)				
0.0 mg Zn/kg solo	17.0182	19.6459	22.3792	32.1891
5.0 mg Zn/kg solo	22.8349	26.6782	27.0910	46.2104
10.0 mg Zn/kg solo	25.4945	64.5058	39.9433	27.1891

TABELA 18A - Efeito da interação fósforo x zinco sobre os teores e acúmulos de manganês na matéria seca das raízes de mudas de maracujazeiro. UFLA, Lavras, MG, 1998.

DOSES DE ZINCO	DOSES DE FÓSFORO (mg P/kg solo)			
	0	150	300	450
Teor de manganês na matéria seca das raízes (mg/kg)				
0.0 mg Zn/kg solo	82.5485	71.5683	81.4937	110.4020
5.0 mg Zn/kg solo	80.1864	89.8106	72.9146	70.5265
10.0 mg Zn/kg solo	104.3857	73.5873	82.0168	70.1660
Acúmulo de manganês na matéria seca das raízes (µg/planta)				
0.0 mg Zn/kg solo	19.3991	25.2117	40.6463	68.8689
5.0 mg Zn/kg solo	26.2212	37.3444	35.1810	51.4493
10.0 mg Zn/kg solo	28.4976	48.7886	47.8403	38.0271

