

30

JOSE ROMILSON PAES DE MIRANDA

EFEITOS DA ADUBAÇÃO FOSFATADA E DO GESSO
SOBRE A NUTRIÇÃO MINERAL E A PRODUÇÃO DO
TOMATEIRO (*Lycopersicon esculentum* Mill.) PODADO

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras, como parte das exigências do curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de Concentração, Fitotecnia, para obtenção do grau de "MESTRE".

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS

LAVRAS - MINAS GERAIS

1991

JOSE ROLANDO PAES DE MIRANDA

EFEITOS DA ADUBAÇÃO FOSFATADA E DO GESSO
SOBRE A NUTRIÇÃO MINERAL E A PRODUÇÃO DO
TOMATEIRO (*Solanum lycopersicum* Mill.) PODADO

Investigação desenvolvida na Escola Superior de
Agronomia de Lavras, com o apoio das
exigências do curso de Pós-Graduação em
Agronomia, área de Concentração
Fitotecnia, por *Solano* de *Paes*
MESTRE

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS

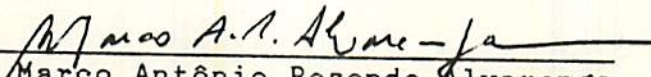
LAVRAS - MINAS GERAIS

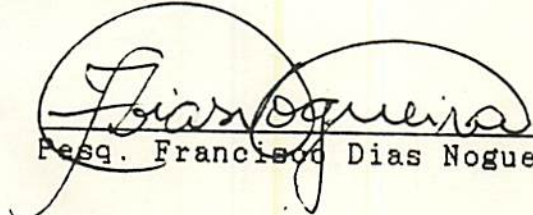
1991

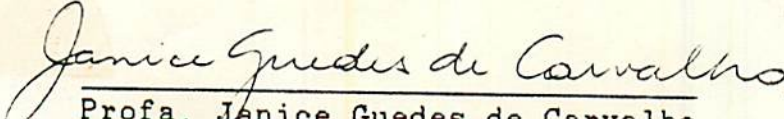
Revista + fotocópia
7,5
Paul
5/11/2010

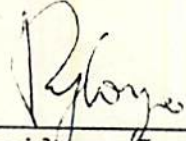
EFEITOS DA ADUBAÇÃO FOSFATADA E DO GESSO SOBRE
A NUTRIÇÃO MINERAL E A PRODUÇÃO DO TOMATEIRO
(*Lycopersicon esculentum* Mill.) PODADO

APROVADA:


Prof. Marco Antônio Rezende Alvarenga
Orientador


Pesq. Francisco Dias Nogueira


Profa. Janice Guedes de Carvalho


Prof. Rovilson José de Souza

Aos meus pais

José Basílio e

Maria das Dores

Aos meus irmãos

Eliane

Ronaldo

Edjane

Edilene e

Romero

Aos meus amigos

Cássia

Lúcia

Lucineudo

Raunira e

Silvanda

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Escola Superior de Agricultura de Lavras, pela oportunidade oferecida para a realização do curso.

A Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal de nível Superior (CAPES) e à Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), na pessoa da Professora Marileide Miranda, pela concessão da bolsa, através do Programa Institucional de Capacitação de Docentes (PICD-UFPB).

Ao Professor Marco Antônio Rezende Alvarenga pela orientação e amizade conquistada no decorrer do curso.

Aos Professores Rovilson José de Souza, Janice Guedes de Carvalho (ESAL), e ao Pesquisador Francisco Dias Nogueira (EMBRAPA) pelas valiosas sugestões e amizade conquistada.

Aos Professores Genildo Bandeira Bruno e José de Arimatéia Menezes de Lucena pela incansável dedicação ao CCA-UFPB e pela amizade e incentivo àqueles que os procuram.

Aos Professores Kleymer Júlio Freire Coelho, José Pires Dantas, Heloisa Helena, Ivandro França da Silva (CCA-UFPB) pela amizade e pela dedicação incontestável ao ensino e à pesquisa.

Aos colegas de república, Sebastião Konkell, Iron Dantas, Jacinto de Luna e Carlos Hissao, pela amizade e convívio.

Aos amigos Antonio Lucineudo de Oliveira Freire, Raunira da Costa Araújo, Lúcia Moraes Lira e Cássia Regina Moraes, pela amizade, carinho e apoio nos momentos difíceis, pela agradável convivência durante esses 3 longos anos e pela inestimável colaboração durante a realização deste trabalho.

Aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA DO AUTOR

José Romilson Paes de Miranda, filho de José Basílio de Miranda e Maria das Dores de Melo Miranda, nasceu em Caetés - PE, a 5 de junho de 1964.

Realizou os cursos de 1^o e 2^o graus no Colégio Diocesano de Garanhuns - PE.

Foi diplomado em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba, Campus III, Areia - PB, em janeiro de 1988. Em março do mesmo ano iniciou o curso de Pós-Graduação a nível de Mestrado em Agronomia, área de Concentração Fitotecnia, na Escola Superior de Agricultura de Lavras, Minas Gerais, concluindo-o em março de 1991.

CONTEUDO

	Página
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. REVISAO DE LITERATURA.....	03
2.1. Adubação fosfatada.....	03
2.2. Gesso agrícola.....	09
2.3. Sistema de condução.....	13
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.1. Material.....	16
3.2. Metodologia.....	18
3.2.1. Delineamento experimental.....	18
3.2.2. Avaliação do estado nutricional.....	19
3.3. Características avaliadas.....	20
3.3.1. Nutrientes.....	20
3.3.1.1. Teor de P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn em folhas coletadas aos 100 dias após o transplântio.....	20
3.3.2. Produção e componentes da produção.....	20
3.3.2.1. Número de frutos por planta.....	20
3.3.2.2. Peso médio de frutos.....	21
3.3.2.3. Produção por planta.....	21
3.3.2.4. Produção total de frutos/ha.....	21
3.3.4. Classificação de frutos.....	21
3.3.4.1. Frutos graúdos.....	21
3.3.4.2. Frutos médios.....	21
3.3.4.3. Frutos pequenos.....	21
3.3.4.4. Frutos miúdos.....	21
3.3.5. Podridão apical.....	22
3.4. Análises estatísticas.....	22

4. RESULTADOS E DISCUSSAO.....	23
4.1. Análise foliar.....	23
4.1.1. Teor de P na folha.....	23
4.1.2. Teor de K na folha.....	26
4.1.3. Teor de Ca na folha.....	28
4.1.4. Teor de Mg na folha.....	31
4.1.5. Teor de S na folha.....	32
4.1.6. Teor de Cu na folha.....	33
4.1.7. Teor de Fe na folha.....	34
4.1.8. Teor de Mn na folha.....	37
4.1.9. Teor de Zn na folha.....	38
4.2. Produção e componentes da produção.....	41
4.2.1. Número de frutos por planta.....	41
4.2.2. Peso médio de frutos.....	42
4.2.3. Produção de frutos por planta.....	44
4.2.4. Produção total de frutos/ha.....	48
4.3. Classificação de frutos.....	54
4.3.1. Produção de frutos graúdos/ha.....	54
4.3.2. Produção de frutos médios, pequenos e miúdos/ha.....	59
4.4. Podridão apical.....	61
5. CONCLUSOES.....	62
6. RESUMO.....	64
7. SUMMARY.....	67
8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	70
APENDICE.....	78

LISTA DE QUADROS

Quadro		Página
1	Características químicas e físicas do solo utilizado.....	17
2	Teores médios de P, K, Ca, Mg e S, determinados nas folhas do tomateiro, em função dos tratamentos, 100 dias após o transplântio.....	29
3	Teores médios de K, Ca, Mg e S, determinados nas folhas do tomateiro em função dos níveis de P ₂ O ₅ e gesso, 100 dias após o transplântio.	30
4	Teores médios de Cu, Fe, Mn, e Zn, determinados nas folhas do tomateiro, em função dos tratamentos, 100 dias após o transplântio...	35
5	Teores médios de Fe, Mn e Zn, determinados nas folhas do tomateiro, em função dos níveis de P ₂ O ₅ e gesso, 100 dias após o transplântio.....	36
6	Número de frutos por planta, peso médio de frutos e produção de frutos por planta determinados em função dos tratamentos.....	45
7	Número de frutos por planta e peso médio de frutos determinados em função dos níveis de P ₂ O ₅ e gesso.....	46

8	Produção total e produção de frutos tipo graúdo, médio, pequeno e miúdo/ha determinados em função dos tratamentos.....	58
9	Produção total, produção de frutos graúdos, médios, pequenos e miúdos/ha determinados em função dos níveis de P_2O_5 e gesso.....	60

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Teor de P na folha do tomateiro, determinado aos 100 dias após o transplântio, em função dos níveis de P_2O_5	25
2	Teor de P na folha do tomateiro, determinado aos 100 dias após o transplântio, em função dos níveis de gesso.....	25
3	Teor de Zn na folha do tomateiro, determinado aos 100 dias após o transplântio, em função dos níveis de P_2O_5	40
4	Número de frutos por planta em função dos níveis de P_2O_5	43
5	Produção de frutos por planta em função dos níveis de P_2O_5	48
6	Produção de frutos por planta em função dos níveis de gesso.....	48
7	Produção total de frutos/ha em função dos níveis de gesso.....	52
8	Produção de frutos graúdos/ha em função dos níveis de gesso.....	56

1. INTRODUÇÃO

O tomateiro é a primeira hortaliça em volume de produção e em expressão econômica no Brasil (IBGE, 1989) e apesar de ser a décima sexta olerícola em valor nutritivo, se constitui numa das principais fontes de vitaminas e sais minerais para o homem, em função da quantidade e da forma que são consumidos seus frutos.

O Brasil é o maior produtor na América Latina e o 8º produtor mundial, mas detém o 27º rendimento em relação aos demais países produtores (FAO, 1989).

Dentre os estados da Federação, São Paulo é o maior produtor, com 31% da produção nacional, enquanto Minas Gerais participa com apenas 7% do tomate produzido no país.

O rendimento do tomateiro no Brasil é inferior àqueles obtidos em países que, apesar das condições climáticas inadequadas, possuem um nível tecnológico que permite elevados rendimentos.

A cultura do tomateiro no Brasil é carente de tecnologia que eleve a qualidade dos frutos e o rendimento médio. Entre muitas técnicas e práticas culturais que podem ser citadas o plantio adensado e a poda, que complementadas pelo fornecimento adequado de nutrientes, permitem elevar o número de plantas por

unidade de área. Deve ser salientado ainda, que a prática da poda permite o emprego de tutoramento mais simples e pode aumentar a eficiência no controle fitossanitário, contribuindo para a redução nos custos de produção.

O tomateiro é uma das culturas mais intensamente adubadas devido, principalmente, ao caráter intensivo de sua exploração e ao potencial genético das variedades utilizadas (FILGUEIRA, 1982). Absorve grandes quantidades de K em relação ao P (CASTELANNE et alii 1982), embora os maiores rendimentos estejam condicionados a maiores aplicações de P (GARGANTINI & BLANCO, 1963). É uma das plantas mais exigentes em Ca, sendo o seu fornecimento fundamental para o desenvolvimento radicular e absorção dos demais nutrientes. Portanto o emprego do gesso agrícola pode favorecer a formação de um sistema radicular vigoroso que juntamente com o aumento na densidade populacional, poderá elevar a eficiência no uso dos fertilizantes fosfatados resultando em aumento de produtividade.

O presente estudo teve como objetivos, avaliar os efeitos da adubação fosfatada e do gesso sobre a produção e nutrição mineral do tomateiro, cultivado em fileiras duplas e simples, conduzido com 4 ramos florais e em livre crescimento.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Adubação fosfatada

Dentre os macronutrientes o P é, em algumas plantas, o elemento menos absorvido, apesar de requererem elevadas aplicações. É bastante móvel na planta e, em caso de deficiência é translocado para os tecidos de crescimento, podendo ser encontrado em teores inferiores aos demais nutrientes (BAINS & FIREMAN, 1964).

Nos solos intemperizados das regiões tropicais é o nutriente que mais frequentemente tem limitado a produção, principalmente das culturas anuais. Em 90% das análises de solo feitas no Brasil, os teores situam-se em torno de 10 ppm e nos cerrados verificam-se frequentemente, teores próximos a 1 ppm (MALAVOLTA, 1980).

O consumo crescente de P pela agricultura, as perdas por erosão, o baixo aproveitamento do mesmo pelas plantas são fatores que podem limitar a taxa de crescimento da população mundial (MALAVOLTA, 1980). Estes fatos são indicativos da necessidade do uso e manejo racionais dos fertilizantes

fosfatados e das plantas, visando a maximização dos índices de rendimento.

No solo o P ocorre em formas diversas, como minerais primários e secundários e como fósforo orgânico (MELLO et alii, 1984). Na solução do solo o P ocorre na forma de fosfatos (MENGEL & KIRKBY, 1987), cuja espécie predominante depende do pH. Quanto à disponibilidade, ocorre naturalmente ou após as adubações, como P lábil, P não-lábil e P na solução, sendo, nesta forma, prontamente assimilável. O predomínio de uma ou outra forma depende do poder de fixação do solo.

Em função das reações entre os fertilizantes fosfatados e o solo, apenas 5 a 25% do P aplicado é absorvido pelas plantas no primeiro cultivo (Barrow, 1980, citado por HAYNES, 1984), e percentagens ainda menores nos cultivos subsequentes, devido à passagem do nutriente para a fase não-lábil (HAYNES, 1984).

A disponibilidade de P para as plantas é influenciada pelos fatores quantidade (Q), intensidade (I) e capacidade (Q/I). Através da adubação, o fator I sofre imediata alteração, uma vez que retrata a concentração do íon na solução, ocorrendo o mesmo com o fator Q, embora a magnitude deste efeito dependa do poder de fixação do solo (BAHIA FILHO, 1974).

Embora as análises de rotina indiquem apenas se há ou não necessidade de adubação, sem informar a quantidade requerida (HAYNES, 1984), as recomendações visam elevar a concentração do íon na solução para valores próximos a $0,2 \mu\text{g/ml}$ (FOX & KAMPRATH, 1970), mas a concentração externa varia entre autores,

podendo ser 0,04 e 0,3 $\mu\text{g/ml}$ (NISHIMOTO et alii, 1977) ou 0,03 a 0,75 $\mu\text{g/ml}$ (ASHER & LONERAGAN, 1967).

As plantas em sua maioria crescem normalmente em concentrações variando entre 20 e 30 μM de P na solução nutritiva (Burd, 1947, citado por ASHER & LONERAGAN, 1967), porém dependendo da espécie, pode não haver resposta à adubação fosfatada em solos com 10 μM ou haver crescimento normal em solos com 0,3 μM (Pierre & Parker, 1927, citados por ASHER & LONERAGAN, 1967). Essas variações se devem a fatores como presença de fungos MVA no solo, tipo de adubação, características químicas e físicas do solo, exigência e capacidade de aquisição do nutriente pelas plantas.

NISHIMOTO et alii (1977) constataram que o crescimento do repolho, alface, pepino, beringela, batata e tomate foi afetado negativamente por altas concentrações de P na solução do solo e que, para 95% do rendimento máximo, os teores foliares de P foram de 0,5 e 0,34% em beringela e tomate, respectivamente. ASHER & LONERAGAN (1967) observaram resultados semelhantes e atribuíram o fato à toxicidade de P no nível de 0,2 ppm para o repolho, 0,4 ppm para a batata e 0,8 ppm para o tomateiro, em solução nutritiva.

SWIADER & MORSE (1982) observaram redução de 73% no rendimento do tomateiro quando a concentração de P na solução do solo foi elevada de 0,2 ppm (400 kg/ha de P_2O_5) para 2,5 ppm (1300 kg/ha de P_2O_5), devido à toxicidade do nutriente. A concentração ótima foi estimada em 0,26 ppm, havendo absorção

linear do nutriente, mesmo em plantas que o acumularam em quantidades acima da requerida para o máximo rendimento. FONTES & WILCOX (1984) observaram em cinco cultivares de tomateiro, aumentos no rendimento mediante a elevação na disponibilidade de P no solo, embora a eficiência no uso do nutriente tenha diminuído. Os teores de P nas folhas aumentaram de 0,16 para 0,32%, quando a concentração externa de P foi elevada de 0,62 para 6,5 μM .

Em solução nutritiva, estes autores observaram aumentos de 4,3; 4,3 e 13,4% no peso seco de folhas, caules e raízes, respectivamente, e 38,9% na superfície radicular, quando a concentração de P foi elevada de 113 para 226 μM , evidenciando sua importância no processo de formação de raízes.

VARIS & GEORGE (1985) verificaram que a aplicação de P foi favorável à produção e qualidade de frutos e sementes, havendo nos níveis mais altos, aumento no rendimento por planta. BINGHAM (1963) verificou em citrus, feijão, milho e tomate, aumento no acúmulo de matéria seca e na absorção de P mediante elevação na disponibilidade do nutriente.

Os teores de P na planta variam conforme a parte analisada e com o estágio de desenvolvimento da mesma. Hestes (1938), citado por GARGANTINI & BLANCO (1963), verificou que o tomateiro absorveu 2% do total de nutrientes no primeiro mês, 28-35% no segundo mês e o restante até o final do ciclo. O acúmulo de matéria seca acentuou-se após o 40^a dia, estabilizando-se a partir do 4^a mês. O acúmulo de P nas folhas foi crescente

até os 90 dias, decrescendo a partir de então até o final do ciclo.

A elevação na disponibilidade dos nutrientes frequentemente modifica os teores nos tecidos. TANAKA et alii (1970) observaram correlação positiva entre os teores de P no pecíolo do tomateiro e a produção por planta, quando aplicaram 180 e 360 kg/ha de P_2O_5 .

[A magnitude do efeito do P sobre a produção do tomateiro depende do tipo de solo e do manejo dado à cultura. De acordo com HORINO et alii (1986) o máximo rendimento correspondeu à aplicação de 548 kg/ha de P_2O_5 em Latossolo Vermelho Amarelo, enquanto TEOFILO SOBRINHO et alii (1968) o obteve com 132 kg/ha em solo Podzolizado de Lins (SP) e Marília (SP).]

O efeito do P sobre as plantas se deve tanto por sua influência direta sobre a nutrição, quanto através de sua interação com outros nutrientes, notadamente com os micronutrientes. STUKENHOLTZ et alii (1966) trabalhando com milho, verificaram que o aumento na disponibilidade de P reduziu a absorção de Zn. Em tomateiro o P não promoveu este efeito (BINGHAM, 1963), mas segundo FRIENSEN et alii (1980), reduziu a absorção de Fe e Mn. Em citrus, conforme citam ORABI et alii (1981) e ELKSOKKARY et alii (1981), observou-se efeito antagônico entre P e Cu e Mn, mas contrariando as informações encontradas na literatura, houve efeito sinérgico entre aquele e o Zn.

Em tomateiro SINGH *et alii* (1986) observaram redução nos teores de Zn e atribuíram o fato ao efeito de diluição provocado pelo P, ao passo que LAMBERT *et alii* (1979) atribuíram a redução na absorção de Cu e Zn aos efeitos depressivos de altos níveis de P sobre o desenvolvimento de fungos MVA. Em solução nutritiva, WALLACE *et alii* (1978) verificaram que a elevação do pH provocou aumentos na concentração de P e redução na absorção de Cu, Mn e Zn em feijão e soja. Têm sido propostos alguns mecanismos para explicar a interação entre P e micronutrientes: a) redução na concentração de micronutrientes nos tecidos, devido ao crescimento imposto pelo P à planta (LONERAGAN *et alii*, 1979); b) intensificação na adsorção de Cu e Zn pelas cargas variáveis do solo, após a aplicação do fertilizante fosfatado (SAEED & FOX, 1979); c) interação entre P e Zn durante os processos de absorção e translocação (SAFAYA, 1976); d) inibição da absorção do Zn pelo Ca adicionado através dos fertilizantes fosfatados (CHAUDRHY & LONERAGAN, 1972).

ISMAIL *et alii* (1986) verificaram interação positiva entre P e relação Fe/Zn sobre o rendimento de matéria seca do tomateiro em solo aluvial e calcário. Contudo, neste último, houve requerimento de menores quantidades de P e relações Fe/Zn mais elevadas para o máximo rendimento de matéria seca.

Segundo estes autores, a aplicação de P aumentou tanto a matéria seca quanto a absorção de Zn, embora o efeito sobre a matéria seca tenha sido mais pronunciado, provocando redução nos teores de Zn. Estes resultados confirmam as informações

fornecidas por ORABI et alii (1981), onde afirmam que embora aumentos na disponibilidade de P induzam a absorção de Zn, o vigoroso crescimento das plantas promovido pelo P limita a eficiência das raízes em absorver o Zn, causando a diluição dos seus teores. Os autores concluem que quando se provoca desbalanço entre P, Zn e Fe pela aplicação de altas doses de um deles, há aumento na sua absorção em detrimento dos demais.

A magnitude do efeito do P sobre a produção das plantas está na dependência, dentre outros fatores, de suas interações com o solo e com os micronutrientes, indicando haver necessidade de um manejo da adubação fosfatada que reduza os efeitos das interações e promova aumentos nos índices de rendimento.

2.2. Gesso agrícola

Os solos das regiões tropicais apresentam teores de S inferiores aos encontrados nas regiões de clima temperado, principalmente por possuírem baixos teores de matéria orgânica. De acordo com PEARSON et alii (1962), 90% das bases solúveis em H₂O são encontradas em profundidade, na forma de sulfatos. A matéria orgânica é uma importante fonte de S, desde que ocorra sua mineralização, havendo correlação positiva entre S-orgânico e S-total (NEPTUNE et alii, 1975).

Além da matéria orgânica, o processo de adsorção iônica também exerce efeito marcante sobre a disponibilidade de S, podendo representar 58% do S disponível, dependendo da natureza e atividade dos óxidos, do teor e do tipo de argila e do pH do solo (BLAIR et alii, 1978). A adsorção de sulfato, conforme afirmam estes autores, depende do pH enquanto o fosfato é adsorvido independentemente da existência de cargas livres no solo por ser efetivo em deslocar grupos OH⁻. Além disso, o fosfato é hábil em deslocar o sulfato já adsorvido. Estes fatos implicam, no caso de uso contínuo de fertilizantes fosfatados isentos de S, no declínio do "status" de S do solo e conseqüentemente na disponibilidade para as plantas. Desta forma, o emprego do gesso se justifica pois é efetivo na elevação dos teores de Ca e S do solo, e na redução dos efeitos tóxicos do Al (KIEHL & FRANCO, 1984), sendo esta elevação tanto maior quanto mais pobre for o solo, pois a velocidade de dissolução do gesso depende da atividade dos referidos ions na solução do solo (HIRA & SINGH, 1980). A solubilidade do gesso é aproximadamente 2,5g/l de água, mas diversos fatores podem modificar este valor. A solubilização do gesso em geral é rápida (2,5g/l) e pode ser representada por: $\text{CaSO}_4 \text{ (sólido)} \rightleftharpoons (\text{Ca}^{2+}) + (\text{SO}_4^{-})$ (RAIJ, 1988) e segundo o mesmo autor, o gesso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) contém 32,6% de CaO.

TANAKA et alii (1983) aplicaram quantidades equivalentes de gesso e calcário (0, 2,7 e 5,4t/ha) em LE, cultivado com arroz e observaram, contrariando as expectativas, que o gesso foi

incapaz de reduzir o Al trocável e de aumentar o teor de Ca. Os autores atribuíram este fato à granulometria grosseira do gesso. ROSOLEM & MACHADO (1983) observaram que a aplicação de gesso provocou redução na absorção de K pelo algodoeiro e desequilíbrios nas relações Ca/K e Ca/Mg do solo.

O Ca é de difícil mobilidade na planta, principalmente em direção aos frutos. MALAVOLTA et alii (1967) observaram que 93% do Ca absorvido pelo amendoim encontra-se na parte aérea, translocando-se por toda planta, exceto para os frutos, podendo provocar consideráveis reduções na qualidade dos mesmos. O efeito do fornecimento inadequado do nutriente está associado à eficiência da planta no seu uso, à capacidade de armazená-lo nos frutos ou à exigência da planta durante o processo de frutificação.

O fornecimento de Ca às plantas é feito comumente, através dos corretivos. Entretanto, o uso do gesso na cultura do amendoim como fornecedor de Ca e S tem dado resultados bastante promissores (SCHIMAN et alii, 1970; PIVETTA, 1978; FERREIRA et alii, 1978; QUAGGIO et alii, 1982). Podem ser citados efeitos positivos do uso do gesso em culturas como soja (MASCARENHAS et alii, 1976), trigo (SOARES & IGUE, 1976) e cenoura (CASTELANNE et alii, 1983). Estes trabalhos indicam que 100 a 300 kg/ha de gesso, satisfazem as exigências destas culturas em S.

Na cultura do arroz, TANAKA et alii (1983) observaram efeito negativo do gesso sobre alguns parâmetros de produção. Entretanto CHIEN et alii (1987) verificaram aumentos na produção

de grãos, matéria seca e acúmulo de S nas folhas do arroz. Em cebola, observou-se elevação de 35% na produção de bulbos mediante o emprego de uréia compactada com gesso (FARIA & PEREIRA, 1989). Na cultura do amendoim CRUZ et alii (1989) não obtiveram resposta quando o gesso foi aplicado em solos com elevada saturação de bases (Latossolo Roxo Escuro) enquanto que em Latossolo Vermelho Escuro distrófico a produção correlacionou-se positivamente com os níveis de gesso. QUAGGIO et alii (1982), afirmam que em sendo o teor de Ca no solo superior a 1,5 meq/100g ou a saturação de bases superior a 40%, as respostas do amendoim são pouco expressivas. O teor de Ca correlacionou-se positivamente com o Ca disponível enquanto o Mg decresceu tanto no solo quanto na planta com a aplicação de gesso.

Ultimamente tem-se avaliado o efeito da substituição parcial ou total do calcário pelo gesso, sobre o rendimento das plantas. Neste sentido SILVA et alii (1989) verificaram que o número de vagens por planta e a produção do feijoeiro foram maiores com 100% de CaCO_3 . Em algodoeiro a produção de matéria seca e as relações N/S, P/S e Fe/Mn decresceram com a aplicação do gesso embora, em relação à testemunha, tenha ocorrido acréscimos de 64% na produção do feijoeiro e 2500% na produção de matéria seca do algodoeiro.

Apesar da importância do gesso como fonte de nutrientes, sua utilização pode prejudicar a nutrição e a produção das plantas, quando empregado em níveis que elevem excessivamente a

disponibilidade de Ca e S, conforme resultados obtidos por MARTINEZ *et alii* (1983) com o tomateiro cultivado em solução nutritiva, com níveis crescentes de sulfato. A produção de matéria seca da raiz e parte aérea decresceu na época da floração à medida que se elevaram os níveis de sulfato na solução; as plantas apresentaram folhas pequenas, verde-escurecidas e caules delgados, nos níveis de 45, 75 e 105 ppm de sulfato, evidenciando o efeito tóxico do S; o tomateiro foi hábil em acumular sulfato tanto nas raízes quanto na parte aérea; houve elevação nos teores de P, K e Mg na parte aérea, enquanto a absorção de micronutrientes não foi consistente, fato que contraria os resultados obtidos por OLSEN & WATANABE (1979). Os teores de Mn e Zn elevaram-se na floração e diminuíram no final do ciclo e os de Cu não sofreram influência dos tratamentos empregados.

2.3. Sistema de condução

O tomateiro possui peculiaridades quanto ao seu hábito de crescimento, caracterizando-se por apresentar crescimento determinado e indeterminado.

O crescimento indeterminado apresentado pelas cultivares, cujos frutos se destinam ao consumo "in natura", possibilita, a priori, elevada produção de frutos por planta. Entretanto, como os primeiros ramos florais frutificam enquanto a planta ainda

emite flores na porção superior, seus frutos apresentam maior peso médio em relação aos demais. Isto indica que a proporção de frutos com menor peso médio será alta no final do ciclo em relação ao início do período produtivo. Esta proporção pode ser revertida em favor dos frutos graúdos mediante a limitação do número de ramos florais através da poda da gema terminal, que embora seja uma das práticas mais antigas, ainda é pouco utilizada na cultura do tomateiro.

O emprego da poda resulta em vantagens como precocidade na maturação dos frutos, maior eficiência no controle fitossanitário, além de promover significativo aumento no peso médio dos frutos (SILVA, 1986).

JAMARILLO et alii (1975) conduziram o tomateiro sem poda, podado a uma, duas, três e quatro hastes e observaram que as plantas podadas a duas hastes apresentaram o menor rendimento e a maior percentagem de frutos rachados embora, o peso médio tenha aumentado em 15%. GUSMAO (1988) conduziu o tomateiro podado após o 4^o, 6^o e 8^o cachos e observou que a produção de frutos graúdos se deu quase que exclusivamente nos quatro primeiros cachos, e verificou que 90% da produção pôde ser colhida nas cinco primeiras semanas. Além disso, foi possível reduzir em 50% a aplicação de defensivos.

A fertilidade do solo, a cultivar empregada e as variações climáticas, são fatores decisivos na determinação da densidade populacional na cultura do tomateiro, de forma que o emprego de maiores espaçamentos, determina um aproveitamento ineficiente da

área, baixos rendimentos e perda de frutos por queimaduras provocadas pelos raios solares (VITTUM, 1957).

Relacionando-se espaçamento com número de frutos por planta e o peso médio dos mesmos, diversos autores constataram que maiores densidades populacionais afetam negativamente estas características (SAYRE, 1959; CAMPOS, 1970 e CAMPOS et alii, 1987), embora a redução no número de ramos florais através da poda, possa favorecer à produção de frutos graúdos (SILVA, 1986).

Neste sentido BELFORT (1979) observou que a poda após o terceiro cacho, em populações de 30000 e 40000 plantas/ha, permitiu uma produção comercial semelhante à obtida no cultivo convencional, com a vantagem de facilitar a execução dos tratos culturais e aumentar a eficiência no controle de pragas e doenças.

Apesar disto, os efeitos da poda são às vezes, contraditórios, devido ao emprego de diferentes cultivares, espaçamentos, sistema de produção e período de colheita.

A poda do tomateiro é uma prática viável, desde que a redução na produção por planta seja compensada pelo aumento na densidade populacional e pelo fornecimento adequado de nutrientes.

Neste trabalho avaliou-se o aumento na densidade populacional, possibilitado pela poda, associada a níveis crescentes de P_2O_5 e gesso.

3. MATERIAL E METODOS

O experimento foi conduzido no Setor de Olericultura da Escola Superior de Agricultura de Lavras, situado a 21°14' 06" Latitude Sul e 45° 00" W.Gr., a 918m de altitude. O clima da região, segundo Koppen é do tipo CWb com uma estação seca entre abril e setembro e uma chuvosa de outubro a março.

3.1. Material

Utilizaram-se plantas de tomateiro pertencentes à cultivar Santa Clara, cultivadas em fileira dupla (0,8 x 0,4 x 0,4m), (35 mil plantas/ha), conduzidas com uma haste por planta, uma planta por cova e podadas após o quarto ramo floral. Também fez-se uso do cultivo convencional (1,0 x 0,5m), mantendo-se as plantas com uma haste e em livre crescimento.

As plantas foram cultivadas em Latossolo Vermelho Escuro distrófico (LEd), cujas características químicas e físicas encontram-se no Quadro 1.

Durante o primeiro mês de cultivo a irrigação foi feita diariamente, por aspersão e no restante do ciclo, por infiltração, com uma frequência média de dois dias.

QUADRO 1. Características químicas e físicas do solo utilizado ESAL, Lavras-MG, 1991.

Características	LEd
pH (em H ₂ O)	4,9
P (ppm)	6,0
K (ppm)	63,0
Ca (meq/100g)	2,5
Mg (meq/100g)	0,3
S (ppm)	37,0
Cu (ppm)	4,3
Fe (ppm)	43,5
Mn (ppm)	45,0
Zn (ppm)	1,8
Al (meq/100g)	0,1
V (%)	45,0
m.o. (%)	3,0
Areia (%)	22,0
Limo (%)	24,0
Argila (%)	54,0

Determinações realizadas no Departamento de Ciências do Solo da ESAL.

3.2. Metodologia

3.2.1. Delineamento experimental

O ensaio foi conduzido em blocos casualizados num esquema fatorial $3 \times 4 + 4$ tratamentos adicionais com 4 repetições, onde o primeiro fator refere-se aos níveis de P_2O_5 (0,2; 0,4 e 0,6t/ha) e o segundo aos níveis de gesso (0,3; 0,6; 0,9 e 1,2t/ha), apresentando 32,6% de CaO e 18,6% de S, segundo RAIJ (1988). Nestes tratamentos o N foi fornecido na forma de uréia (120 kg/ha de N), o P como superfosfato triplo e o K como cloreto de potássio (180 kg/ha de K_2O) e as plantas, cultivadas em fileira dupla (0,8 x 0,4 x 0,4m) e podadas após o 4^a ramo floral. Forneceu-se 1 Kg de esterco/planta.

Os tratamentos adicionais constaram do seguinte:

- T₁ - nitrogênio na forma de uréia (120 kg/ha de N), fósforo na forma de superfosfato triplo (400 kg/ha de P_2O_5), potássio na forma de KCl (180 kg/ha de K_2O), plantas podadas e cultivadas em fileira dupla (0,8 x 0,4 x 0,4m);
- T₂ - nitrogênio na forma de sulfato de amônio (120 kg/ha de N), fósforo na forma de superfosfato simples (400 kg/ha P_2O_5), potássio na forma de KCl (180 kg/ha de K_2O), plantas podadas e cultivadas em fileira dupla (0,8 x 0,4 x 0,4m);
- T₃ - nitrogênio na forma de sulfato de amônio (120 kg/ha de N), fósforo na forma de superfosfato simples (400 kg/ha

P₂O₅), potássio na forma de KCl (180 kg/ha de K₂O), plantas cultivadas em fileira simples (1,0 x 0,5m) e em livre crescimento;

T₄ - omitiu-se a adubação fosfatada, forneceu-se o nitrogênio na forma uréia (120 kg/ha de N), o K na forma de KCl (180 kg/ha de K₂O), cultivou-se as plantas em fileira dupla (0,8 x 0,4 x 0,4m) e podadas após o 4º ramo floral.

A adubação em cobertura consistiu da aplicação aos 20, 40 e 60 dias após o trasplante, de 120 kg/ha de N na forma de uréia, nos tratamentos fatoriais e adicionais T₁ e T₄ e na forma de sulfato de amônio nos adicionais T₂ e T₃ e de 120 kg/ha de K₂O, na forma de cloreto em todos os tratamentos. As parcelas foram formadas por oito plantas úteis nos tratamentos fatoriais e nos adicionais T₁, T₂ e T₄ e por 12 plantas úteis no tratamento adicional T₃.

A colheita consistiu do recolhimento semanal dos frutos que haviam atingido o estágio de maturação e em seguida, submetidos à classificação e pesagem. Foram realizadas oito colheitas.

3.2.2. Avaliação do estado nutricional

Aos 100 dias após o transplante, as plantas foram amostradas na altura da terceira folha, a partir da extremidade. As folhas foram lavadas em água corrente e deionizada, acondicionadas em sacos de papel e postas para secar em estufa

de ventilação forçada a 65°C até atingir peso constante. Após a secagem procedeu-se a moagem das folhas em moinho tipo Wiley e determinados os teores de P, por colorimetria com molibdato e vanadato de amônio; K, por fotometria de chama; Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn, por espectrofotometria de absorção atômica, com digestão ácida nitroperclórica, conforme metodologia preconizada por SARRUGE & HAAG (1974) e S, por turbidimetria.

3.3. Características avaliadas

3.3.1. Nutrientes

3.3.1.1. Teores de P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn em folhas coletadas aos 100 dias após o transplântio

A análise foi executada segundo um esquema fatorial 3x4+2, considerando-se os tratamentos adicionais T₁ e T₂.

3.3.2. Produção e componentes da produção

3.3.2.1. Número de frutos por planta considerandose a média das 8 plantas úteis

- 3.3.2.2. Peso médio de frutos: considerou-se a produção das plantas úteis, sem distinção por classe de frutos
- 3.3.2.3. Produção de frutos por planta considerando-se a média das 8 plantas úteis
- 3.3.2.4. Produção total de frutos/ha
- 3.3.4. Classificação de frutos, segundo MAKISHIMA (1980)
- 3.3.4.1. Frutos graúdos com diâmetro transversal superior a 52mm
- 3.3.4.2. Frutos médios, cujo diâmetro transversal situava-se entre 47 e 52mm
- 3.3.4.3. Frutos pequenos, cujo diâmetro transversal situava-se entre 40 e 47mm
- 3.3.4.4. Frutos miúdos, com diâmetro transversal inferior a 40mm

3.3.5. Podridão apical

3.4. Análises estatísticas

Os dados foram submetidos à análise de variância, empregando-se o teste F ao nível de 5% de probabilidade. Procedeu-se a análise de regressão nos casos de efeito significativo dos fatores principais. A comparação das médias foi feita através do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análise foliar

4.1.1. Teor de P na folha

A análise de variância mostrou haver efeito significativo da adubação fosfatada e da aplicação do gesso sobre o teor de P na folha do tomateiro, observando-se ajustamento linear dos dados (Quadro 1A), e também, efeito significativo dos tratamentos adicionais sobre os teores de P.

Conforme a Figura 1, os teores de P detectados nas folhas, 100 dias após o transplântio, apresentaram um aumento da ordem de 0,0891 ppm para cada 100 kg/ha de P_2O_5 aplicados. Estes dados eram esperados, pois, o solo apresentava baixa disponibilidade do nutriente. Resultados semelhantes foram verificados por SWIADER & MORSE (1982), tendo sido constatado que a absorção de P pelo tomateiro foi crescente, mesmo em plantas que o acumularam em quantidade acima da requerida para o máximo rendimento. FONTES & WILCOX (1984) observaram efeito semelhante e BINGHAN (1963) relata os efeitos positivos da

adubação fosfatada sobre os teores de P e produção de matéria seca em citrus, feijão, milho e tomate.

Os teores verificados no presente estudo, encontram-se acima daqueles observados por GARGANTINI & BLANCO (1963) (0,19%), mas são inferiores aos estimados por NISHIMOTO et alii (1977) (0,3-0,5%) para atingir 95% do rendimento máximo.

A aplicação de gesso provocou reduções nos teores de P (Figura 2). Observa-se que os dados ajustaram-se à regressão linear, apresentando um decréscimo da ordem de 0,0397 ppm para cada 100 kg/ha de gesso aplicados. Este efeito depressivo se deve, provavelmente, ao aumento na disponibilidade de SO_4^{2-} no solo, que pode ter competido com o fosfato pelos mesmos sítios de absorção ou ter provocado redução na translocação do P para a parte aérea, pois, como afirmam MARTINEZ et alii (1983), o tomateiro é hábil em acumular sulfato em suas raízes. Resultados semelhantes foram obtidos por CARVALHO et alii (1985) com a cultura do milho, embora, este efeito tenha ocorrido a partir de 2,5 t/ha de gesso e os teores de P encontrados, situarem-se abaixo do nível crítico para a cultura, reportado na literatura.

O Quadro 2, apresenta os teores médios de P em função dos tratamentos fatoriais e adicionais. Observa-se de maneira geral, que na presença de 900 kg/ha de gesso o acúmulo de P só ocorreu da primeira para a segunda dose de P_2O_5 . Observa-se também, que o menor teor de P correspondeu ao tratamento T₂. Considerando-se que a absorção de P neste tratamento, foi menor do que a observada no tratamento T₁, pode-se inferir que o fator

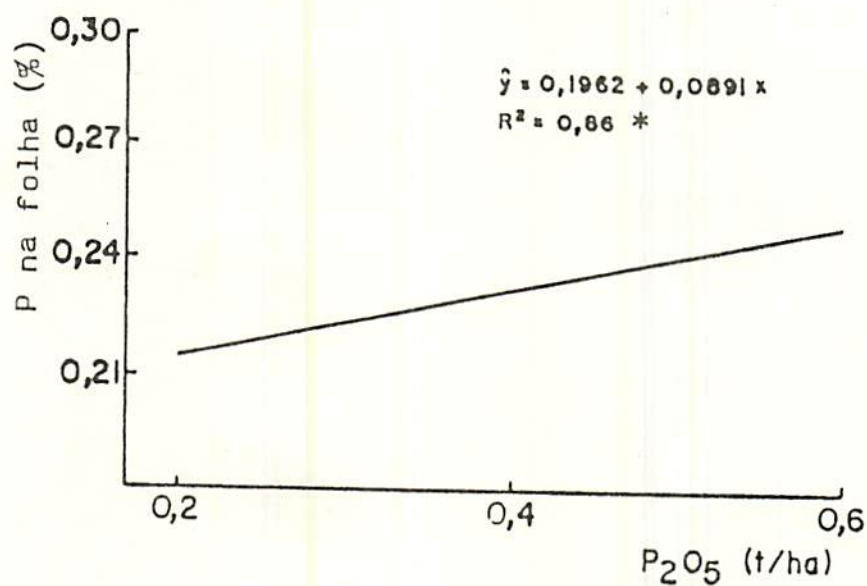


FIGURA 1. Teor de P na folha do tomateiro, determinado aos 100 dias após o transplante, em função dos níveis de P_2O_5 . ESAL, Lavras-MG, 1991.

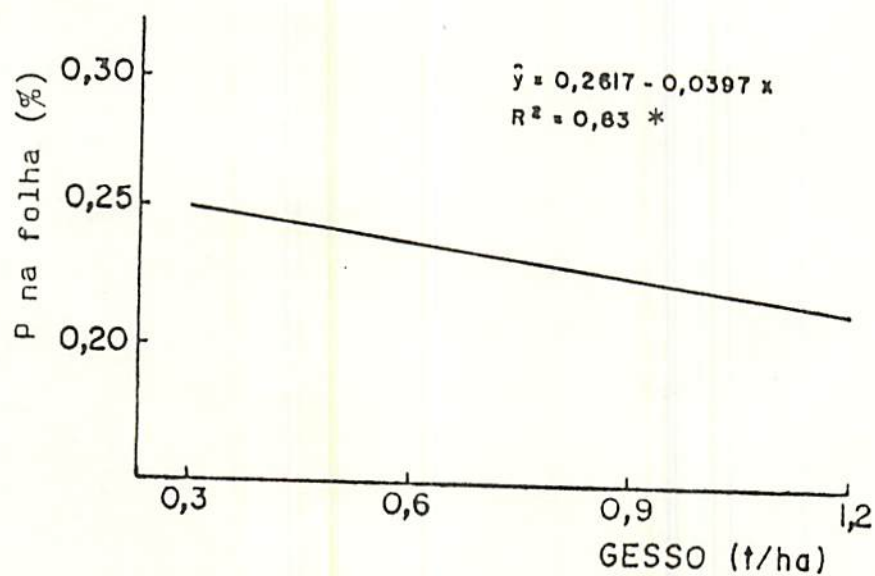


FIGURA 2. Teor de P na folha do tomateiro, determinado aos 100 dias após o transplante, em função dos níveis de gesso. ESAL, Lavras-MG, 1991.

responsável por esta redução, pode ter sido a disponibilidade de sulfato no solo, pois a única diferença entre estes dois tratamentos, foi a omissão de S no primeiro e a aplicação de 380 kg/ha de S no segundo tratamento. Salienda-se ainda, que as quantidades de S aplicadas na forma de gesso, nos tratamentos fatoriais, foram da ordem de 48, 96, 144 e 192 kg/ha, inferiores portanto, à quantidade fornecida no tratamento T₂.

A análise dos dados mostrou que a produção total, a produção de frutos graúdos e o peso médio de frutos se correlacionaram positivamente com os teores foliares de P, ao nível de 5, 1 e 5% de probabilidade, respectivamente

4.1.2. Teor de K na folha

Conforme se observa no Quadro 1A, a análise de variância evidenciou ausência de efeito dos tratamentos e de suas interações sobre a absorção de K pelo tomateiro. Também não se observou diferença significativa entre os tratamentos adicionais e entre fatoriais vs. adicionais.

As médias foram submetidas ao teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade (Quadros 2 e 3) e confirmou-se que as plantas acumularam o K independentemente dos tratamentos recebidos, indicando que o efeito antagônico entre Ca e K, não ocorreu no presente estudo devido provavelmente, a duas razões:

além da intensa adubação potássica empregada (300kg/ha de K_2O) o solo apresentou elevada disponibilidade de K e média disponibilidade de Ca (Quadro 1); os acréscimos no teor de Ca, devido ao gesso e à adubação fosfatada, certamente não foram suficientes para provocar modificações significativas no padrão de absorção do K pelo tomateiro.

Os dados dos Quadros 2 e 3, estão de acordo com QUAGGIO et alii (1982), que observaram teores de K nas folhas do amendoim, independente da aplicação do gesso.

Os teores de K encontrados no presente estudo, situam-se entre os dados observados por HAAG et alii (1978) (2,3%) e FURLANI et alii (1978) (3,6%), porém, considerando-se as quantidades de SO_4 adicionadas ao solo através do gesso, discordam dos dados obtidos por MARTINEZ et alii (1983) e ROSOLEM & MACHADO (1983) que observaram elevação na absorção de K pelo tomateiro e redução na absorção pelo algodoeiro, respectivamente. Diante disto, pode-se inferir que o uso do gesso em solos semelhantes ao empregado no presente estudo, não provoca desequilíbrio na nutrição potássica do tomateiro.

As produções total e de frutos graúdos e o peso médio de frutos se correlacionaram positivamente com os teores de K, ao nível de 1% de probabilidade.

4.1.3. Teor de Ca na folha

O Ca apresentou comportamento idêntico ao K. Conforme o Quadro 1A, não houve diferença significativa entre tratamentos fatoriais vs. adicionais. O teste de médias indica que não houve interação significativa entre os fatores (Quadro 2) e os teores de Ca devido aos fatores principais, não diferiram entre si (Quadro 3).

Considerando-se os tratamentos fatoriais e o tratamento T₁, observa-se que os teores foram semelhantes aos encontrados por HAAG et alii (1978) (3,1%). No entanto, as plantas submetidas ao tratamento T₂ apresentaram teores inferiores aos encontrados pelos mesmos autores embora, a quantidade de Ca adicionada ao solo através do superfosfato simples, neste tratamento, tenha sido superior à quantidade fornecida pelo gesso nos tratamentos fatoriais.

Os teores de Ca encontrados no presente estudo podem ser considerados adequados para o tomateiro, pois situam-se acima dos valores encontrados por WARD (1973) e TAKAHASHI (1989) que foram 1,5 e 2,4%, respectivamente, com os quais, a produção de frutos ocorreu livre de podridão apical.

A ausência de resposta do tomateiro a aplicação do gesso, quanto a absorção de Ca, deveu-se provavelmente, à disponibilidade inicial do nutriente no solo (2,5 meq/100cc) e aos pequenos acréscimos promovidos pelo gesso, pois adicionou-se teoricamente, cerca de 0,17; 0,34; 0,51 e 0,68 meq/100cc de

QUADRO 2. Teores médios de P, K, Ca, Mg e S, determinados nas folhas do tomateiro, em função dos tratamentos, 100 dias após o transplântio. ESAL, Lavras-MG, 1991.

Tratamentos (P ₂ O ₅ ; GESSO)	P	K	Ca	Mg	S
	----- (%)				
1 (0,2; 0,3)	0,23 A	3,2 A	3,1 A	0,5 A	0,4 A
2 (0,4; 0,3)	0,24 A	3,0 A	2,8 A	0,5 A	0,4 A
3 (0,6; 0,3)	0,30 A	3,3 A	3,4 A	0,6 A	0,4 A
4 (0,2; 0,6)	0,22 A	3,2 A	3,3 A	0,5 A	0,5 A
5 (0,4; 0,6)	0,25 A	3,2 A	3,4 A	0,5 A	0,5 A
6 (0,6; 0,6)	0,23 A	2,9 A	3,5 A	0,5 A	0,5 A
7 (0,2; 0,9)	0,19 B	3,2 A	2,8 A	0,4 A	0,5 A
8 (0,4; 0,9)	0,28 A	2,9 A	3,2 A	0,5 A	0,5 A
9 (0,6; 0,9)	0,24 A	3,1 A	3,1 A	0,5 A	0,4 A
10 (0,2; 1,2)	0,20 AB	3,2 A	3,2 A	0,4 A	0,4 A
11 (0,4; 1,2)	0,25 A	3,2 A	3,6 A	0,5 A	0,5 A
12 (0,6; 1,2)	0,21 A	2,9 A	2,9 A	0,5 A	0,4 A
T ₁ (0,4; -)					
ST, U, PP	0,24 A	3,2 A	3,1 A	0,5 A	0,4 A
T ₂ (0,4; -)					
SS, SAm, PP	0,17 C	2,8 A	2,6 A	0,3 B	0,4 A

Médias seguidas das mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

ST - superfosfato triplo
 SS - superfosfato simples
 SAm - sulfato de amônio
 U - uréia
 PP - plantas podadas

Ca. Além disso, deve-se considerar que a dissolução do sulfato de cálcio é tanto mais lenta quanto maior for a atividade do Ca na solução do solo (HIRA & SINGH, 1980).

Observou-se que o peso médio de frutos, a produção total e de frutos graúdos se correlacionaram positivamente, ao nível de 1% de probabilidade, com os teores foliares de Ca.

QUADRO 3. Teores médios de K, Ca, Mg e S, determinados nas folhas do tomateiro em função dos níveis da P₂O₅ e gesso, 100 dias após o transplântio, ESAL, Lavras - MG, 1991.

Fatores		K	Ca	Mg	S
		(%)			
P ₂ O ₅ (t/ha)	0,2	3,1 A	3,1 A	0,4 A	0,4 A
	0,4	3,2 A	3,2 A	0,5 A	0,5 A
	0,6	3,1 A	3,2 A	0,5 A	0,4 A
GESSO (t/ha)	0,3	3,2 a	3,1 a	0,5 a	0,4 a
	0,6	3,1 a	3,4 a	0,5 a	0,5 a
	0,9	3,1 a	3,0 a	0,5 a	0,5 a
	1,2	3,1 a	3,2 a	0,5 a	0,4 a

Médias seguidas das mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

4.1.4. Teor de Mg na folha

O teor de Mg nas folhas do tomateiro, determinado aos 100 dias após o transplântio, foi da ordem de 0,47%, em média e conforme a análise de variância, não houve influência dos fatores principais bem como da interação entre seus níveis (Quadros 1A e 3). No entanto, constatou-se diferença significativa entre tratamentos fatoriais vs. adicionais e entre os adicionais, ao nível de 1% de probabilidade (Quadro 1A).

Os dados médios encontram-se no Quadro 2, onde se observa que as plantas submetidas ao tratamento T₂ absorveram menos Mg em relação aos demais tratamentos. Neste sentido, considerando-se que não se forneceu Mg às plantas, algum fator deve ter contribuído para que as plantas submetidas a este tratamento, tenham apresentado menores teores de Mg nas folhas. Este fator provavelmente, não foi o antagonismo entre Ca e Mg, pois, forneceu-se nos tratamentos 9, 11 e 12, quantidades de Ca superiores à quantidade fornecida no tratamento T₂, e mesmo assim, as plantas destes tratamentos apresentaram teores mais elevados de Mg.

O fator responsável por este comportamento pode ter sido o S, pois no tratamento T₂, adicionou-se ao solo, de 380 kg/ha deste nutriente, aproximadamente. Diante dos prováveis acréscimos na disponibilidade de SO_4^{2-} e do provável acúmulo nas raízes a absorção de Ca pode ter sido favorecida pela formação do par iônico CaSO_4 , em detrimento do Mg. Os teores de Mg encontrados

no presente ensaio podem ser considerados adequados para o tomateiro, tomando-se por base os valores citados por HAAG et alii (1978) (0,4%) e FURLANI et alii (1978) (0,1%).

Os teores de Mg se correlacionaram positivamente com o Zn (1%) e negativamente com o Fe (5%).

4.1.5. Teor de S na folha

Os teores médios de S encontram-se no Quadro 2, e observa-se que não houve interação significativa entre os fatores bem como, não houve influência dos fatores isolados (Quadro 3). Estes dados estão de acordo com os resultados obtidos por QUAGGIO et alii (1982) em amendoim, onde a absorção de S se deu independentemente da aplicação de gesso no solo. Deve-se salientar que os teores encontrados no presente ensaio, satisfazem às exigências do tomateiro conforme afirma TAKAHASHI (1989), ainda que seja difícil, segundo WARD (1973), se estabelecer um nível crítico de S para o tomateiro.

Os dados parecem indicar que a disponibilidade inicial de S no solo (Quadro 1) foi capaz de atender às exigências das plantas ou que essas exigências foram atendidas pela primeira dose de gesso, pois, como afirmam MASCARENHAS et alii (1976), SOARES & IGUE (1976) e CASTELANNE et alii (1983), aplicações de 15 a 50 kg/ha de S, que correspondem a 100 a 300 kg/ha de gesso, são suficientes para atender as necessidades da maioria das

culturas

Os teores foliares de S se correlacionaram positivamente com teores foliares de Mg (1%).

4.1.8. Teor de Cu na folha

Observa-se no Quadro 2A que houve efeito significativo da interação superfosfato triplo x gesso e dos tratamentos adicionais sobre os teores foliares de Cu. O teste de Tukey (Quadro 4) mostrou que os tratamentos 8, 11 e T₂ foram equivalentes entre si e aos tratamentos 4, 6, 7, 12 e T₁ e superiores aos demais (1, 2, 3, 5, 9 e 10). Conforme se observa, os dados não apresentaram consistência de modo a confirmar ou refutar o antagonismo entre P e Cu descritos por BINGHAM (1958); BINGHAM (1963) e SPENCER (1966). Considerando-se apenas os adicionais constata-se que o teor de Cu foi significativamente superior nas plantas submetidas ao tratamento T₂, sugerindo um possível efeito benéfico do SO₄ no processo de absorção e/ou translocação do Cu. Embora não tenham sido encontrados na literatura dados que confirmem ou não o efeito benéfico do gesso sobre a absorção de Cu, talvez porque a maioria dos estudos realizados com este insumo até o presente, tem visado avaliar as mudanças que o mesmo provoca nas características químicas do solo, negligenciando desta forma, eventuais mudanças na composição mineral das plantas, principalmente no que se refere aos

micronutrientes.

É importante salientar que aos 100 dias após o transplante foram detectados sintomas de toxicidade de Cu, caracterizados por folíolos encarquilhados e verde-escurecidos, fato confirmado pela análise do tecido foliar, cujos teores variaram entre 41,7 e 127,1 ppm (Quadro 4), acima portanto, da faixa considerada adequada para o tomateiro (BATAGLIA, 1988) que situa-se entre 8 e 15 ppm.

4.1.7. Teor de Fe na folha

Os teores médios de Fe encontram-se nos Quadros 4 e 5 onde se verifica, através do teste de Tukey, que os mesmos ocorreram independentemente da adubação fosfatada, da aplicação do gesso e dos tratamentos adicionais (Quadro 2A), embora FRIENSEN et alii (1980) tenham observado em tomateiro que a absorção de Fe diminui mediante a elevação na disponibilidade de P no solo. Por outro lado, ISMAIL et alii (1986) afirmam que a absorção deste nutriente pode ser favorecida pela aplicação de P, devido ao seu efeito sobre a produção de matéria seca que por sua vez, eleva a necessidade biológica do referido micronutriente.

QUADRO 4. Teores médios de Cu, Fe, Mn, e Zn, determinados nas folhas do tomateiro, em função dos tratamentos, 100 dias após o transplântio. ESAL, Lavras-MG, 1991.

Tratamentos (P ₂ O ₅ ; GESSO)	----- ppm			
	Cu	Fe	Mn	Zn
1 (0,2; 0,3)	41,7 B	289,8 A	253,6 A	29,3 A
2 (0,4; 0,3)	50,8 B	234,8 A	306,4 A	24,2 A
3 (0,6; 0,3)	40,8 B	221,9 A	282,4 A	27,0 A
4 (0,2; 0,6)	88,6 AB	227,8 A	293,7 A	25,3 A
5 (0,4; 0,6)	48,1 B	250,5 A	315,8 A	27,7 A
6 (0,6; 0,6)	81,2 AB	243,7 A	304,8 A	22,8 A
7 (0,2; 0,9)	72,1 AB	225,7 A	299,6 A	26,4 A
8 (0,4; 0,9)	103,6 A	254,6 A	304,8 A	22,9 A
9 (0,6; 0,9)	55,7 B	310,4 A	254,9 B	21,6 A
10 (0,2; 1,2)	64,7 B	268,4 A	269,8 A	24,3 A
11 (0,4; 1,2)	127,1 A	253,8 A	299,1 A	26,2 A
12 (0,6; 1,2)	86,0 AB	268,6 A	315,1 A	21,4 A
T ₁ (0,4; -)				
ST, U, PP	79,4 AB	278,6 A	384,0 A	21,6 A
T ₂ (0,4; -)				
SS, SAm, PP	120,6 A	268,8 A	275,4 AB	24,6 A

Médias seguidas das mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

ST - superfosfato triplo
 SS - superfosfato simples
 SAm - sulfato de amônio
 U - uréia
 PP - plantas podadas

A ausência de efeito do gesso sobre os teores de Fe (Quadros 4 e 5) está de acordo com os dados obtidos por MARTINEZ et alii (1983) e discordam dos resultados alcançados por OLSEN & WANTANABE (1979), ambos utilizados CaSO_4 puro.

QUADRO 5. Teores médios de Fe, Mn e Zn, determinados nas folhas do tomateiro, em função dos níveis de P_2O_5 e gesso, 100 dias após o transplântio. ESAL, Lavras-MG, 1991.

Fatores		Fe	Mn	Zn
		----- ppm		
P_2O_5 (t/ha)	0,2	252,9 A	279,2 A	26,3 A
	0,4	248,4 A	306,5 A	25,2 A
	0,6	261,2 A	289,3 A	23,2 A
GESSO (t/ha)	0,3	251,8 a	280,8 a	26,8 a
	0,6	240,7 a	304,8 a	25,8 a
	0,9	263,6 a	286,4 a	23,6 a
	1,2	263,6 a	294,7 a	24,1 a

Médias seguidas das mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os teores encontrados no presente estudo situam-se na faixa de suficiência para o tomateiro preconizada por BATAGLIA (1988), que compreende o intervalo entre 40 e 400 ppm e assemelham-se aos teores verificados por MARTINEZ et alii (1983), que foram da ordem de 225 a 310 ppm no período da

frutificação.

Os teores encontrados no presente estudo confirmam as informações contidas em LOPES (1984) de que o Fe não se constitui em fator limitante à produção de olerícolas na maioria dos solos brasileiros.

4.1.8. Teor de Mn na folha

Os teores de Mn não foram consistentes com os tratamentos (Quadros 4 e 5) de modo que a análise de variância (Quadro 2A) não identificou efeito significativo dos mesmos bem como, interação entre seus níveis. Estas observações estão de acordo com os dados obtidos por MARTINEZ et alii (1983) que ao utilizarem níveis crescentes de SO_3 não verificaram efeito dos mesmos sobre a absorção do Mn pelo tomateiro.

Apesar disto, observa-se que os teores de Mn detectados em plantas submetidas ao tratamento T₂, foram significativamente inferiores aos observados nas plantas submetidas ao tratamento T₁, embora, não tenham diferido das demais médias quando o teste de Tukey abrangeu todos os tratamentos.

Os teores de Mn encontrados no presente estudo, aproximam-se do limite máximo definido por BATAGLIA (1988) para a cultura em estudo (400 ppm) e estão de acordo com as informações contidas em LOPES (1984), onde afirma que dificilmente ocorrerá deficiência de Mn nos solos brasileiros, pois em muitos casos as respostas positivas das olerícolas à calagem, decorrem do efeito

depressivo desta prática sobre a toxicidade do referido micronutriente.

4.1.9. Teor de Zn na folha

Os dados referentes aos teores de Zn foram submetidos a análise de variância e de regressão. Verificou-se que os mesmos ajustaram-se à regressão linear quando considerou-se a adubação fosfatada (Quadro 2A).

Conforme a Figura 3, os teores de Zn decresceram numa proporção de 7,778 ppm para cada 100 kg/ha de P_2O_5 . Embora o efeito do P sobre a absorção de Zn seja um tema controvertido, os resultados aqui discutidos, estão de acordo com STUKENHOLTZ et alii (1966), LAMBERT et alii (1979) e SINGH (1986).

No sentido de explicar o antagonismo entre estes dois nutrientes, são propostos alguns mecanismos, tais como: a) o decréscimo nos teores de Zn verificado em alguns casos, deve-se ao efeito de diluição provocado pelo crescimento vigoroso imposto pelo P às plantas (LONERAGAN et alii, 1979); b) a disponibilidade de Zn e a sua conseqüente absorção pelas plantas sofrem reduções devido à intensificação do processo de adsorção pelas cargas variáveis do solo após a incorporação de fertilizantes fosfatados (SAEED & FOX, 1979); c) SAFAYA (1976), considera que a interação entre P e Zn ocorre durante a absorção e translocação dos nutrientes; d) a redução na

absorção do Zn é causada pelo Ca adicionado através dos fertilizantes fosfatados (CHAUDHRY & LONERAGAN, 1972) e provavelmente, pela formação de precipitado insolúvel de fosfato de Zn.

No presente estudo, as hipóteses que mais se adequam às condições impostas às plantas são aquelas que consideram a redução nos teores de Zn a resultante da interação entre P e Zn durante os processos de absorção e translocação e do efeito do Ca sobre a absorção do referido micronutriente.

De acordo com ASIF et alii (1970), CHRISTENSEN & JACKSON (1981) e LONERAGAN et alii (1982), intensas adubações fosfatadas podem induzir deficiência de Zn em plantas cultivadas em solos com baixa disponibilidade do referido micronutriente, pois como afirmam ISMAIL et alii (1986), quando ocorre desbalanço entre P e Zn devido a aplicações de altas taxas de um deles, há aumento na sua absorção em detrimento da absorção do outro.

Deve-se salientar que os teores de Zn encontrados no presente estudo, situam-se abaixo do nível adequado para o tomateiro (60-70 ppm) (BATAGLIA, 1988).

Os dados presentes no Quadro 5 indicam que os teores médios de Zn não sofreram influência do gesso, isoladamente. Já os dados presentes no Quadro 4 indicam que não houve interação significativa entre os tratamentos empregados e que os tratamentos fatoriais e adicionais foram equivalentes entre si, conforme mostrou a análise de variância (Quadro 2A). Isto sugere que os

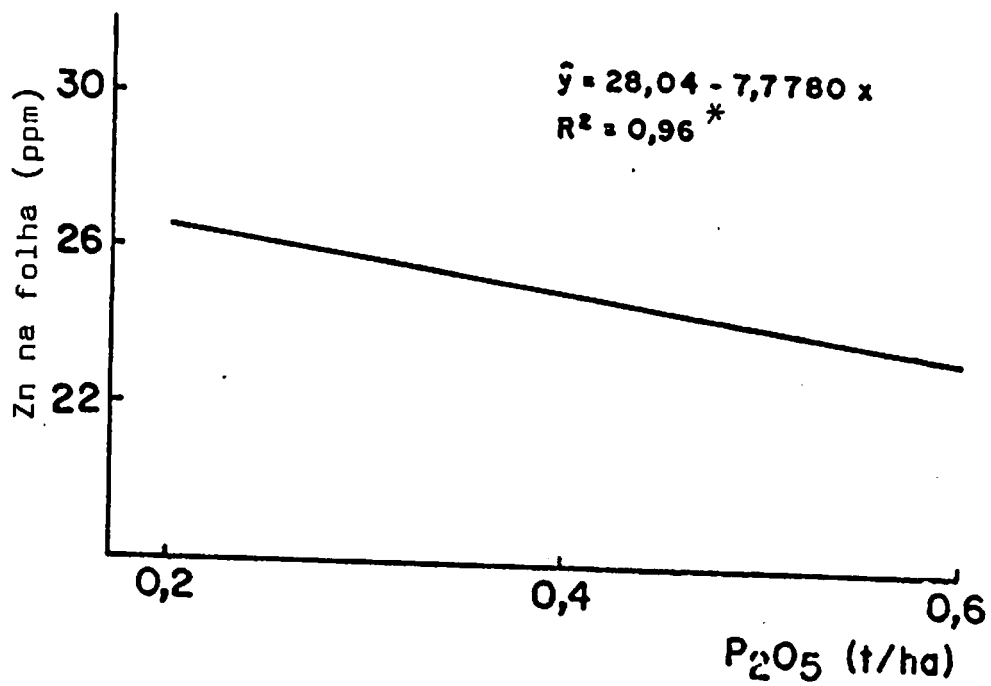


FIGURA 3. Teor de Zn na folha do tomateiro, determinado aos 100 dias após o transplante, em função dos níveis de P₂O₅. ESAL, Lavras-MG, 1991.

teores de Zn ocorreram independentemente das fontes de N.

Houve correlação positiva entre os teores de Zn e Mg (1%), Zn e Mn (1%) e negativa entre Zn e Cu (5%).

4.2. Produção e componentes da produção

4.2.1. Número de frutos por planta

De acordo com a análise de variância, verifica-se que houve efeito significativo da adubação fosfatada sobre o número de frutos por planta e os dados médios ajustaram-se à regressão linear (Quadro 3A). Houve diferença significativa entre tratamentos.

Conforme a equação de regressão (Figura 4) observa-se que houve um acréscimo de 8,8 frutos por planta para cada 100 kg/ha de P_2O_5 aplicados. Este comportamento condiz com os aumentos verificados na produção por planta em Kg (Figura 5), sugerindo que apesar da limitação imposta ao número de ramos florais por planta, a adubação fosfatada deve ter sido favorável ao vingamento floral e conseqüentemente à formação de maior número de frutos por planta.

No Quadro 6 observa-se que o maior número de frutos por planta correspondeu ao tratamento T₃ devido ao fato das plantas não terem sido podadas.

Considerando-se que o excesso de S adicionado ao solo foi o fator limitante ao número de frutos por plantas e que o tratamento T₃ não diferiu dos demais (Quadro 6), embora o crescimento de suas plantas não tenha sido limitado pela poda, pode-se inferir que a quantidade de S fornecida através do superfosfato simples e do sulfato de amônio neste tratamento, prejudicou a frutificação ou que as plantas podadas toleraram maiores teores de S no solo, devido possivelmente à densidade populacional empregada.

Embora o teste de médias não indique diferenças entre os tratamentos adicionais, observa-se que houve uma tendência de ocorrer menor número de frutos por planta no tratamento T₄ devido provavelmente, à omissão do P (Quadro 6), pois é conhecida sua importância no processo de vingamento floral.

4.2.2. Peso médio de frutos

A análise dos dados referentes ao peso médio dos frutos revelou que os fatores isolados (Quadro 7) e a interação entre seus níveis (Quadro 6) não exerceram efeito sobre esta característica. Conforme a análise de variância, os tratamentos adicionais diferiram quanto às médias obtidas, havendo também, diferença entre fatoriais vs. adicionais (Quadro 4A).

Conforme se observa no Quadro 6, as médias não diferiram entre si pelo teste de Tukey. Embora, observe-se que o maior peso médio de frutos correspondeu aos tratamentos 2 e 3.

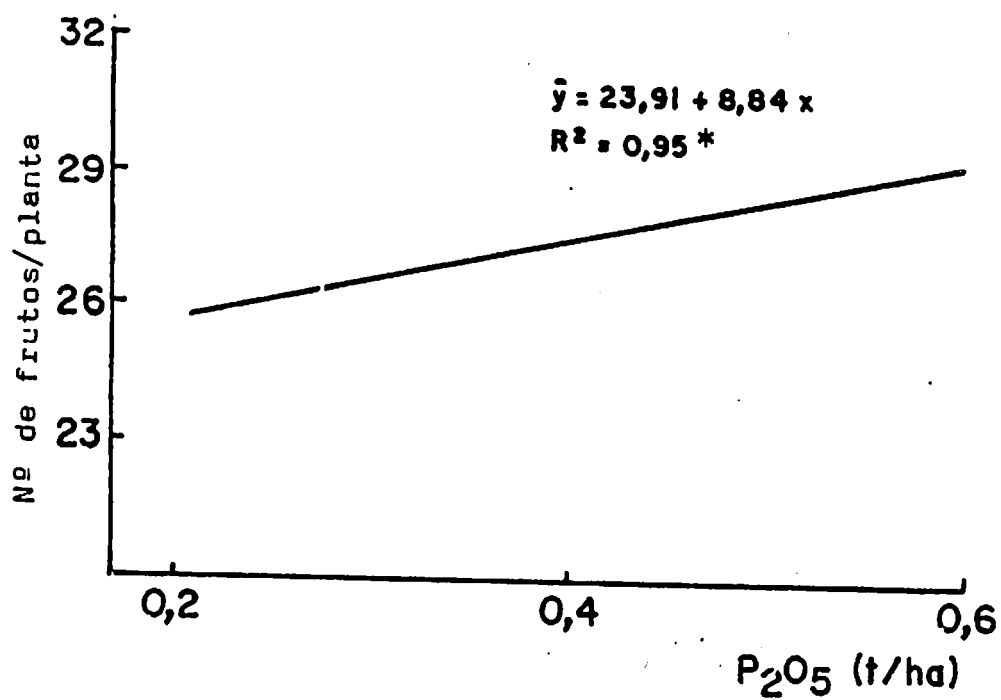


FIGURA 4. Número de frutos por planta em função dos níveis de P_2O_5 . ESAL, Lavras-MG, 1991.

A princípio, a igualdade entre os tratamentos contraria as expectativas, uma vez que a disponibilidade inicial de P era baixa, além disso, limitou-se o crescimento das plantas a quatro ramos florais. Este fato por si só, seria capaz de provocar elevação no peso médio dos frutos, como afirmam GUSMAO (1988); SAYRE (1959); CAMPOS (1970) e CAMPOS (1987). Este comportamento deve-se provavelmente, ao fato de que foram considerados todos os tipos de frutos por ocasião da execução dos cálculos para o peso médio.

Observa-se ainda, conforme o Quadro 7, que não houve efeito significativo dos fatores principais quando considerados separadamente, embora os dados indiquem uma tendência de elevação no peso médio dos frutos com aumento dos níveis de P_2O_5 e uma redução mediante os níveis de gesso.

O peso médio de frutos se correlacionou positivamente com os teores foliares de Mg e S ao nível de 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

4.2.3. Produção de frutos por planta

Houve efeito significativo da adubação fosfatada e da aplicação do gesso sobre a produção por planta (Quadro 3A), havendo também diferenças entre fatoriais vs. adicionais e entre os adicionais.

De acordo com a Figura 5, a produção por planta aumentou linearmente com a adubação fosfatada, numa proporção de 1,08

QUADRO 6. Número de frutos por planta, peso médio de frutos e produção de frutos por planta determinados em função dos tratamentos. ESAL, Lavras-MG, 1991.

Tratamentos (P ₂ O ₅ ; GESSO)	Nº frutos por planta	Peso M frutos(g)	Produção por planta (Kg)
1 (0,2; 0,3)	25 A	129,0 A	3,5 A
2 (0,4; 0,3)	28 A	142,0 A	4,1 A
3 (0,6; 0,3)	30 A	142,0 A	4,3 A
4 (0,2; 0,6)	25 A	125,0 A	3,3 A
5 (0,4; 0,6)	28 A	133,0 A	3,6 A
6 (0,6; 0,6)	32 A	134,0 A	4,1 A
7 (0,2; 0,9)	25 A	121,0 A	3,1 AB
8 (0,4; 0,9)	26 A	130,0 A	3,7 A
9 (0,6; 0,9)	28 A	122,0 A	3,5 A
10 (0,2; 1,2)	25 A	132,0 A	3,2 A
11 (0,4; 1,2)	28 A	128,0 A	3,6 A
12 (0,6; 1,2)	25 A	119,0 A	2,9 AB
T ₁ (0,4; -) ST, U, PP	26 A	135,0 A	3,8 A
T ₂ (0,4; -) SS, SAm, PP	28 A	104,0 A	2,9 AB
T ₃ (0,4; -) SS, SAm, PNP	35 A	120,0 A	3,9 A
T ₄ (-; -) -, -, PP	16 A	107,0 A	1,7 B

Médias seguidas das mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

ST - superfosfato triplo
 SS - superfosfato simples
 SAm - sulfato de amônio
 U - uréia
 PP - plantas podadas
 PNP - Plantas não podadas

QUADRO 7. Número de frutos por planta e peso médio de frutos determinados em função dos níveis de P_2O_5 e gesso. ESAL, Lavras-MG, 1991.

Fatores		Frutos/planta ----- (unid.)	Peso médio de frutos ----- (g)
	0,2	25 B	126,7 A
P_2O_5 (t/ha)	0,4	28 AB	133,2 A
	0,6	29 A	129,2 A
	0,3	27,7 a	137,7 a
	0,6	28,3 a	130,7 a
GESSO (t/ha)	0,9	26,3 a	124,3 a
	1,2	26,0 a	128,3 a

Médias seguidas pelas mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

kg/planta para cada 100 kg/ha de P_2O_5 aplicados. A densidade populacional empregada e a poda das plantas, também deve ter contribuído para este resultado, uma vez que 400 kg/ha de P_2O_5 é o nível recomendado para o cultivo convencional do tomateiro em solos com baixa disponibilidade de fósforo.

Embora as plantas tenham sido mantidas com quatro ramos florais, seu rendimento individual aproximou-se da produção estimada para plantas cultivadas convencionalmente.

Como a formação de frutos depende, dentre outros fatores, do equilíbrio entre fonte e dreno, a eliminação da gema terminal possibilitou que os frutos remanescentes atingissem maiores

diâmetros (Quadro 9).

A Figura 6, representa a produção por planta em função da aplicação de gesso. Observa-se uma redução da ordem de 0,84 kg de frutos por planta para cada 100 kg/ha de gesso aplicados.

Partindo-se da premissa de que o tomateiro é uma das culturas mais exigentes em Ca e que o solo era medianamente fértil no referido nutriente (Quadro 1), este comportamento deve-se provavelmente, à elevação na disponibilidade de SO_4^{2-} , mediante a aplicação do gesso, pois o solo possuía 37 ppm de S, nível considerado satisfatório para a maioria das culturas.

No Quadro 6, observa-se que os rendimentos, devidos aos tratamentos fatoriais, não diferiram entre si e foram equivalentes aos rendimentos dos tratamentos T₁, T₂ e T₃. Observa-se ainda, que embora as plantas do tratamento T₃ tenham sido submetidas à densidade populacional convencional e mantidas em livre crescimento, o seu rendimento não foi superior à produção obtida com plantas podadas, com exceção do tratamento T₄ que por sua vez apresentou menor rendimento por planta, igualando-se aos tratamentos T₁, T₂ e T₃. Esta resposta era esperada, pois este tratamento não corrigiu a baixa disponibilidade de P do solo.

Considerando-se apenas os adicionais (Quadro 6), verifica-se que os tratamentos T₁, T₂ e T₃ não diferiram entre si, mas foram superiores ao tratamento T₄, sugerindo que a omissão do P foi mais prejudicial à produção individual das plantas do que a elevação na disponibilidade de SO_4^{2-} , nos tratamentos T₂ e T₃.

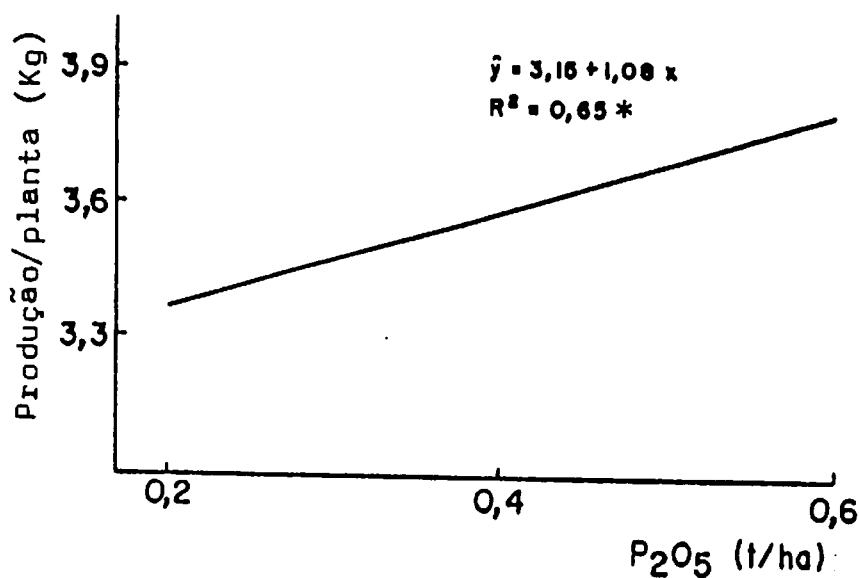


FIGURA 5. Produção de frutos por planta em função dos níveis de P₂O₅. ESAL, Lavras-MG, 1991.

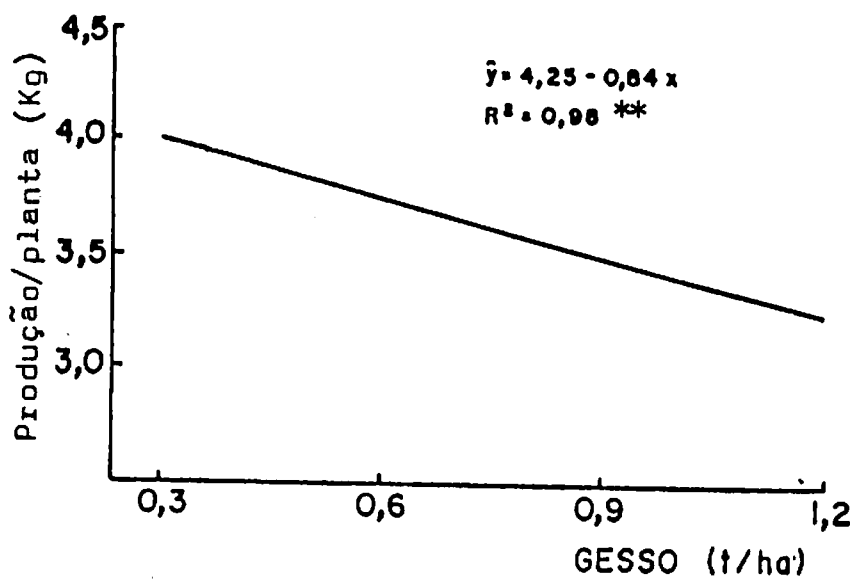


FIGURA 6. Produção de frutos por planta em função dos níveis de gesso. ESAL, Lavras-MG, 1991.

4.2.4. Produção total de frutos/ha

Conforme se observa nos Quadros 4A e 9, não houve efeito significativo dos níveis de P_2O_5 sobre a produção total de frutos.

Entretanto, observa-se que houve diferença estatística entre os tratamentos (Quadro 8). Os dados mostram que as menores produções foram obtidas com plantas podadas (T_2) ou não (T_3) que receberam o N e o P nas formas de sulfato de amônio e superfosfato simples. As diferenças verificadas entre o tratamento T_3 e os tratamentos 2, 5, 8 e 11, mostram que o aumento na densidade populacional proporcionado pela poda, nestes últimos, permitiu que fossem alcançadas produções médias muito acima da produção média nacional (Quadro 8). O mesmo pode ser visto no Quadro 9, considerando-se os níveis de P_2O_5 , isoladamente. Estes dados mostram claramente que a produção total e a produção de frutos graúdos podem ser aumentados substancialmente através do emprego conjunto da poda (4^a cacho) e de maior densidade populacional (35000 plantas/ha) utilizando a mesma quantidade de P_2O_5 recomendado para o tomateiro cultivado convencionalmente.

O Quadro 9 indica que a produção total e de frutos graúdos tenderam a aumentar entre o primeiro e o segundo nível de P_2O_5 .

Com base nos dados disponíveis na literatura sobre o rendimento do tomateiro no Brasil e considerando o nível de 400 kg/ha de P_2O_5 , como adequado para solos deficientes em P, a

produção alcançada no presente estudo (Quadros 8 e 9) indica que a utilização de plantio adensado associado à prática da poda, permitiu elevar a eficiência na utilização do fertilizante fosfatado.

O emprego de 200 kg/ha de P_2O_5 , considerado sub-ótimo, diante das características do solo, (COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 1989), proporcionou rendimento que em relação aos dados obtidos por TEOFILO SOBRINHO et alii (1968), SENO et alii (1984), SILVA JÚNIOR et alii (1985) e HORINO et alii (1986), pode ser considerado satisfatório.

Os dados presentes no Quadro 9, obtidos em função dos níveis de P_2O_5 empregados, sugerem que o emprego de 400 kg/ha de P_2O_5 foi vantajoso quando o rendimento foi comparado ao obtido com o primeiro nível de P_2O_5 .

A Figura 8, mostra que os dados obtidos em função dos níveis de gesso ajustaram-se à regressão linear e evidencia um efeito depressivo sobre a produção total, da ordem de 30,11t/ha para cada 100 kg/ha de gesso aplicados. Apesar disso as produções médias foram superiores aos rendimentos obtidos pelos autores citados anteriormente e superiores à média nacional.

A análise do solo mostrou alto teor de matéria orgânica (3%) conforme foi estabelecido pela COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (1989). O enxofre está presente no solo nas formas mineral e orgânica sendo esta responsável por cerca de 50 a 70% do enxofre total (KIEHL, 1985). Possivelmente o S-orgânico, acrescido do S fornecido pelo gesso

tenha atingido teores capazes de desequilibrar a relação S/N do solo e prejudicar o rendimento da cultura.

Por outro lado, deve-se salientar que este efeito contraria os resultados encontrados por SCHIMAN *et alii* (1970), PIVETTA (1978), FERREIRA *et alii* (1979), QUAGGIO *et alii* (1982), MASCARENHAS *et alii* (1976), SOARES & IGUE (1976), CASTELANNE *et alii* (1983) TANAKA *et alii* (1983) e FARIA & PEREIRA (1989), embora esteja de acordo com NOGUEIRA *et alii* (1989) que observaram ligeira redução na produção do alho com aplicação de gesso no primeiro cultivo.

Os resultados obtidos no presente estudo sugerem que o emprego do gesso deve ser feito em solos que possuam elevada saturação de alumínio, baixo volume de saturação de bases e deficiência em enxofre, mesmo que a cultura seja exigente em Ca como é o caso do tomateiro.

Em função do solo possuir inicialmente 37 ppm de S, a incorporação de 300, 600, 900 e 1200 kg/ha de gesso deve ter elevado a disponibilidade de S de modo a interferir na absorção de outros nutrientes, como foi o caso do P (Figura 2).

Considerando-se as equações relativas à produção total e à produção de frutos graúdos (Figuras 7 e 8), constata-se que a redução observada na produção total, deveu-se ao efeito depressivo do gesso sobre a produção de frutos graúdos em 92.3% dos casos.

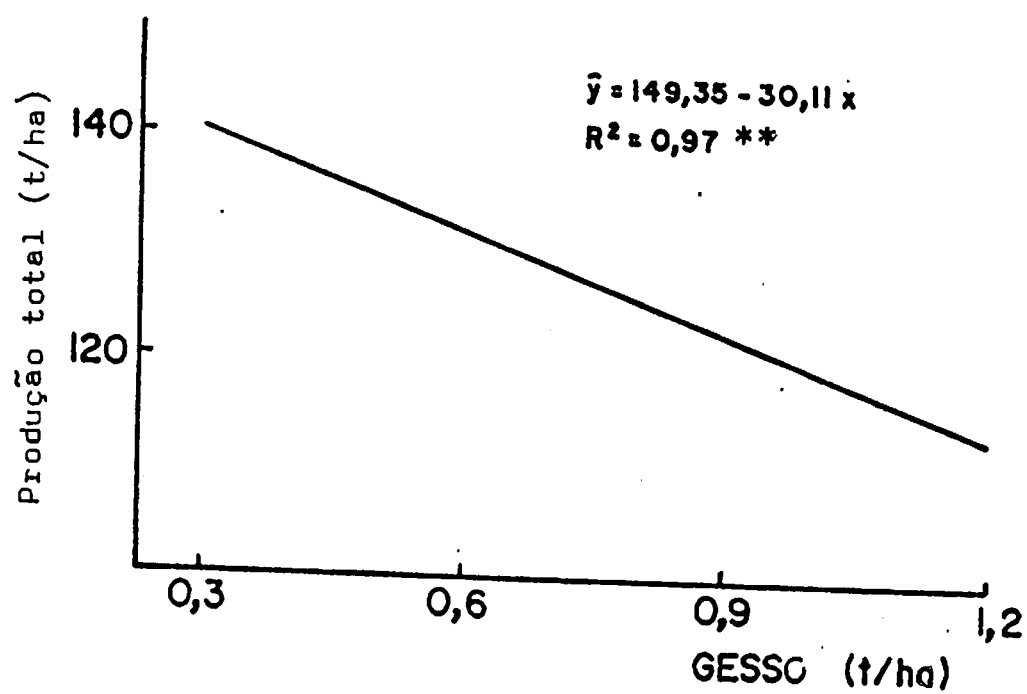


FIGURA 7. Produção total de frutos/ha em função dos níveis de gesso. ESAL, Lavras-MG, 1991.

No Quadro 8, observa-se que os rendimentos médios dos tratamentos fatoriais foram equivalentes entre si e aos adicionais T₁ e T₂, embora tenha havido diferença numérica da ordem de 50,5 e 51,2t/ha de frutos, entre o tratamento 3 e os tratamentos 12 e T₂, respectivamente. Deve-se salientar neste caso, que os tratamentos 3 e 12 diferiram apenas, quanto à quantidade de gesso aplicada.

A produção total se correlacionou positivamente com a produção de frutos graúdos (1%), peso médio de frutos (1%) e com os teores foliares de P (5%), K (1%), Ca (1%) e Cu (5%).

Embora inexistam diferenças significativas entre os tratamentos 3 e T₂, seus rendimentos médios sugerem que o emprego conjunto de superfosfato simples e sulfato de amônio, no segundo, foi desfavorável à cultura pois em ambos os tratamentos o número de plantas por área, o número de cachos por planta e a quantidade de N e K₂O foram idênticas.

Com relação ao tratamento T₃, que consistiu do cultivo convencional, aplicação de 400 kg/ha de P₂O₅ e ausência de gesso, observa-se que embora seja estatisticamente equivalente aos tratamentos 4, 7, 10, 12 e T₂ o seu rendimento representou, apenas, 56,3; 61,4; 58,2; 64,5 e 64,9% do rendimento dos referidos tratamentos. Neste caso, tanto a elevação na disponibilidade do S quanto a densidade populacional, devem ter contribuído para o baixo rendimento observado, indicando que o tomateiro, quando foi submetido ao cultivo convencional, apresentou um aproveitamento insatisfatório dos fertilizantes,

pois seu rendimento não diferiu das plantas que cresceram na ausência de P.

Considerando-se que o tratamento T₄ não diferiu dos tratamentos 7, 12, T₂ e T₃, pode-se inferir que tanto a ausência de P quanto o excesso de S foi prejudicial ao rendimento do tomateiro.

O teste de médias envolvendo apenas os tratamentos adicionais, indicou que os tratamentos T₁ e T₂ não diferiram entre si, embora o primeiro tenha produzido 31,57t/ha acima da produção do segundo.

A constatação de que o tratamento T₁ apresentou uma considerável diferença em relação ao tratamento T₂ e ter sido significativamente superior aos tratamentos T₃ e T₄, induz supor que o cultivo convencional, o excesso de enxofre e a omissão de P foram os fatores limitantes à produção nos tratamentos menos produtivos.

4.3. Classificação de frutos

4.3.1. Produção de frutos graúdos/ha

De acordo com a análise de variância (Quadro 4A) observou-se que os níveis de P₂O₅ não exerceram efeito significativo sobre a produção de frutos com diâmetro transversal superior a 52mm, ao nível de 5% de probabilidade. Apesar disto, observa-se

que a produção de frutos graúdos correspondeu a 90, 89 e 91,1% da produção total, mediante às doses de P_2O_5 (Quadro 9). As diferenças entre o adicional T_3 e os tratamentos 2, 5, 8 e 11, e entre o adicional T_4 e os demais tratamentos, mostraram de forma inequívoca que a poda e o aumento na densidade populacional associadas à adubação fosfatada exerceram efeitos altamente benéficos sobre a qualidade dos frutos. Mostraram também que a qualidade dos frutos pode ser melhorada sensivelmente sem que isto implique em aumento no consumo de fertilizantes, ou seja, a poda aumentou a eficiência das plantas no uso do fertilizante fosfatado através do aumento no número de plantas por área.

A Figura 8, representa a produção de frutos graúdos obtida em função dos níveis de gesso empregados. Observa-se que houve uma redução no rendimento da ordem de 27,97t/ha de frutos para cada 100 kg/ha de gesso aplicados, devido provavelmente, aos efeitos provocados pelo SO_4 sobre a absorção dos nutrientes, notadamente do P (Figura 2).

A razão de não se atribuir o efeito depressivo do gesso à elevação nos teores de Ca do solo, baseia-se no fato de que as quantidades aplicadas não devem ter sido suficientes para provocar desequilíbrios no teor Ca disponível e na absorção dos demais nutrientes, notadamente os catiônicos, pois, os tratamentos não diferiram quanto aos teores foliares de K, Ca e Mg (Quadros 2 e 3).

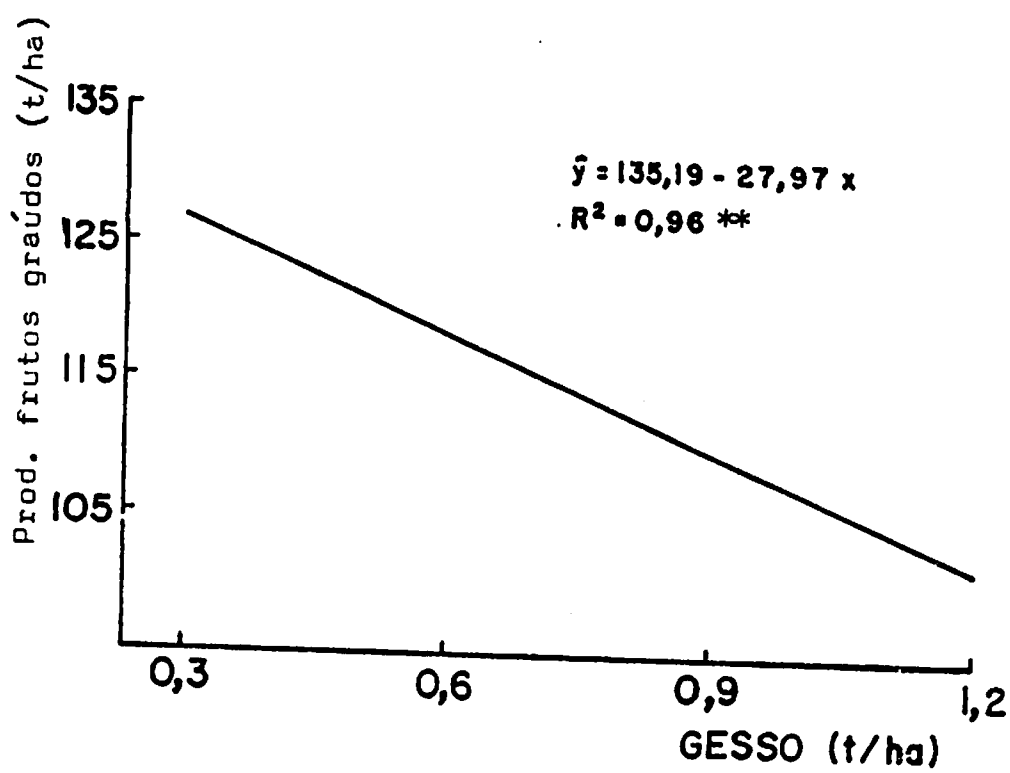


FIGURA 8. Produção de frutos graúdos/ha em função dos níveis de gesso. ESAL, Lavras-MG, 1991.

De acordo com o Quadro 8, observa-se que as produções médias devidas aos tratamentos fatoriais e ao adicional T₁, não diferiram entre si, contudo, do ponto de vista do volume de produção. As diferenças numéricas entre o tratamento 3 e os tratamentos 12 e T₁, devem ser considerados, pois trata-se do fruto de maior valor comercial.

De forma geral observou-se que a produção de frutos graúdos foi sempre crescente quando se aplicou o fosfato na presença de 300 e 600 kg/ha de gesso, entretanto, na presença de 900 e 1200 kg/ha de gesso, o rendimento aumentou apenas, entre o primeiro e o segundo nível de P₂O₅. A diferença numérica entre os tratamentos 3 e T₁, pode ser considerada como um indicativo de que a aplicação de 300 kg/ha de gesso pode ter sido benéfica à produção de frutos graúdos.

O rendimento do tratamento T₂ foi 75,1% inferior ao rendimento do tratamento 3 devido provavelmente, à quantidade de S fornecida através do superfosfato simples e sulfato de amônio. O excesso de S reduziu os teores foliares de P (Figura 2).

A comparação das produções médias obtidas com os tratamentos adicionais isoladamente, mostrou que o superfosfato simples o sulfato de amônio (T₂ e T₃) e a omissão de P (T₄), provocaram sensíveis reduções na produção de frutos graúdos, indicando que o emprego conjunto dos referidos fertilizantes deve ser visto com restrição em solos que possuam características semelhantes ao utilizado no presente estudo.

QUADRO 8. Produção total e produção de frutos tipo graúdo, médio, pequeno e miúdo/ha, determinados em função dos tratamentos. ESAL, Lavras - MG, 1991.

Tratamentos P ₂ O ₅ ; GESSO)	Produção total (t/ha)	Produção comercial (t/ha)			
		Graúdo	Médio	Pequeno	Miúdo
1 0,2; 0,3)	124,47 A	110,4 ABC	2,8 A	1,8 A	0,6 A
2 0,4; 0,3)	146,70 A	124,9 AB	3,0 A	1,8 A	0,6 A
3 0,6; 0,3)	153,77 A	143,5 A	3,0 A	1,5 A	1,2 A
4 0,2; 0,6)	118,15 AB	109,4 ABC	3,2 A	2,2 A	0,4 A
5 0,4; 0,6)	129,57 A	117,9 AB	3,2 A	1,5 A	1,2 A
6 0,6; 0,6)	143,98 A	134,2 AB	3,9 A	2,6 A	0,9 A
7 0,2; 0,9)	108,45 AB	94,9 ABC	3,9 A	3,0 A	0,8 A
8 0,4; 0,9)	129,10 A	116,6 AB	2,7 A	1,8 A	1,5 A
9 0,6; 0,9)	121,55 A	110,0 ABC	4,1 A	2,9 A	0,7 A
10 0,2; 1,2)	114,20 AB	104,5 ABC	3,6 A	2,2 A	0,6 A
11 0,4; 1,2)	128,05 A	115,4 AB	3,1 A	3,1 A	0,5 A
12 0,6; 1,2)	103,22 ABC	88,4 ABCD	5,0 A	2,2 A	0,6 A
T ₁ 0,4; -) ST, U, PP	133,02 AB	123,1 AB	3,6 A	2,0 A	0,6 A
T ₂ 0,4; -) SS, SAM, PP	102,59 AB	81,9 BCD	5,8A	2,7 A	0,6 A
T ₃ 0,4; -) SS, SAM, PNP	66,57 BC	56,9 CD	3,0 A	2,5 A	0,8 A
T ₄ 0,4; -) U, PP	58,00 C	45,7 D	7,8 A	4,0 A	0,9 A

Médias seguidas das mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

ST - superfosfato triplo
 SS - superfosfato simples
 SAM - sulfato de amônio
 U - uréia
 PP - plantas podadas
 PNP - plantas não podadas

A produção de frutos graúdos se correlacionou positivamente com o peso médio de frutos (1%) e com os teores foliares de P (1%), K (1%), Ca (1%), Mg (1%) e S (5%).

4.3.2. Produção de frutos médios, pequenos e miúdos/ha

De acordo com a análise dos dados (Quadro 4A) a adubação fosfatada e a aplicação do gesso não exerceram efeito significativo sobre a produção de frutos médios, pequenos e miúdos (Quadro 9). Contudo, observou-se diferença significativa entre tratamentos fatoriais vs. adicionais e entre os adicionais, quanto à produção de frutos médios, e entre os adicionais na avaliação da produção de frutos pequenos.

As produções de frutos médios e pequenos obtidas em função dos tratamentos fatoriais corresponderam a 2,5 e 1,9% da produção total média e as produções dos adicionais representaram 5,6 e 3,1%, respectivamente.

No Quadro 8, observa-se que a equivalência entre os tratamentos 12 e T₃, quanto à produção de frutos médios, parece sugerir que o efeito depressivo dos altos níveis de SO₂ independe da fonte de S empregada. Com relação à adubação fosfatada, observa-se que sua omissão no tratamento T₄, foi mais favorável à produção de frutos de menor diâmetro do que o suposto excesso de S, nos tratamentos T₂ e T₃, por exemplo.

Quanto aos adicionais, observa-se que o tratamento T₃ foi inferior ao tratamento T₄ e equivalente aos demais, sugerindo que o efeito das fontes de N e P sobre a produção de frutos médios e pequenos ocorreu independentemente do cultivo em fileiras simples e dupla.

QUADRO 9. Produção total, produção de frutos graúdos, médios, pequenos e miúdos/ha determinados em função dos níveis de P₂O₅ e gesso. ESAL, Lavras-MG, 1991.

Fatores		Produção total	Frutos graúdos	Frutos médios	Frutos pequenos	Frutos miúdos
		(t/ha)				
P ₂ O ₅ (t/ha)	0,2	116,3 A	104,8 A	3,4 A	2,3 A	0,6 A
	0,4	133,3 A	118,7 A	3,0 A	2,0 A	0,9 A
	0,6	130,6 A	119,0 A	4,0 A	2,3 A	0,8 A
GESSO (t/ha)	0,3	141,6 a	126,3 a	2,9 a	1,7 a	0,8 a
	0,6	130,6 ab	120,5 ab	3,4 a	2,1 a	0,8 a
	0,9	119,7 b	107,2 ab	3,6 a	2,6 a	1,0 a
	1,2	115,1 b	102,8 b	3,9 a	2,5 a	0,6 a

Médias seguidas das mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A baixa produção de frutos médios e pequenos em relação à produção total e o rendimento do tratamento T₄ evidenciam a importância do P no processo de frutificação e ratificam os dados de GUSMÃO (1988) que obteve uma produção predominantemente

de frutos graúdos nos quatro primeiros cachos.

A produção de frutos miúdos obtidos em função dos tratamentos fatoriais e adicionais correspondeu a 0,6 e 0,8% das suas respectivas produções totais médias, sugerindo que, embora as plantas tenham sido submetidas a diferentes condições de fertilidade, densidade populacional e submetidos ou não à poda, destinaram os fotoassimilados, predominantemente, para a formação de frutos graúdos.

Os tratamentos empregados proporcionaram baixas produções de frutos médios, pequenos e miúdos (Quadro 8), reduzindo o universo de amostragem e conseqüentemente elevando os coeficientes de variação correspondentes (Quadro 4A).

4.4. Podridão apical

No presente estudo a podridão apical não ocorreu, apesar do solo possuir 2,5 meq/100g de Ca e MALAVOLTA et alii (1975) terem afirmado que esta desordem fisiológica só se manifesta em solos que apresentem teores de Ca inferiores a 4,0 meq/100g.

Possivelmente o Ca adicionado através de gesso e do super triplo, nos tratamentos fatoriais e no adicional T₁, e através do superfosfato simples nos adicionais T₂ e T₃, satisfizes as exigências da cultura.

5. CONCLUSÕES

Diante dos resultados encontrados foi possível concluir que os níveis de P_2O_5 elevaram a produção por planta, o número de frutos por planta e os teores foliares de P; reduziram os teores foliares de Zn e não exerceram efeito sobre a produção de frutos médios, pequenos e miúdos e sobre os teores foliares de K, Ca, Mg, S, Fe e Mn.

O superfosfato triplo e a poda mostraram-se altamente benéficos sobre a produção total e sobre a produção de frutos graúdos em relação à produção média nacional e à obtida com o emprego de superfosfato simples em plantas não podadas.

O emprego da poda (4ª cacho) e o aumento na densidade populacional (0,8 x 0,4 x 0,4m) mostraram que a produção total e de frutos graúdos podem ser sensivelmente elevadas sem que isto implique em aumento na quantidade de fertilizante a ser empregada.

As plantas não podadas e cultivadas convencionalmente (1,0 x 0,5m) apresentaram maior produção por planta (kg) e maior número de frutos por planta, mas suas produções total e de frutos graúdos foram significativamente inferiores às obtidas com plantas que foram podadas, cultivadas em fileira dupla (0,8

x 0,4 x 0,4m) e que receberam adubação fosfatada.

A aplicação de gesso reduziu a produção total e de frutos graúdos, a produção por planta e os teores foliares de P, mas não exerceu efeito sobre a produção de frutos médios, pequenos, miúdos e sobre os teores de K, Ca, Mg, S, Mn e Zn.

Os dados sugerem que em solos com características semelhantes ao empregado no presente estudo, as quantidades de gesso não devem ser superiores a 300kg/ha, quando for utilizado como fonte de Ca e S para o tomateiro.

A aplicação de superfosfato simples e sulfato de amônio intensificou o acúmulo de Cu e reduziu a produção total e de frutos graúdos em relação ao emprego de superfosfato triplo e uréia.

A produção total, a produção de frutos graúdos e o peso médio de frutos se correlacionaram positivamente com os teores foliares de P, K e Ca. A produção de frutos graúdos e o peso médio de frutos se correlacionaram positivamente com Mg e S. Correlacionaram-se positivamente: Mg - S, Mg - Zn, Mn - Zn e negativamente: Mg - Fe e Cu - Zn.

A podridão apical não se manifestou no presente estudo.

6. RESUMO

O experimento foi conduzido em LEd com as seguintes características: pH-4,9; P-6ppm; K-63ppm, S-37ppm; Ca, Mg e Al:2,5, 0,3 e 0,1 meq/100 g, respectivamente. Empregou-se o delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial 3x4+4 com quatro repetições, onde o primeiro fator refere-se aos níveis de P_2O_5 (0,2; 0,4 e 0,6t/ha) e o segundo aos níveis de gesso (0,3, 0,6, 0,9 e 1,2t/ha). Os tratamentos adicionais constaram de T₁ - N na forma de uréia (120 kg/ha de N), P_2O_5 na forma de superfosfato triplo (400 kg/ha) e K na forma de KCl (180 kg/ha de K_2O), plantas podadas após o quarto cacho e cultivadas em fileira dupla (0,8 x 0,4 x 0,4m); T₂ - N na forma de sulfato de amônio (120 kg/ha de N), P na forma de superfosfato simples (400 kg/ha), K na forma de KCl (180 kg/ha de K_2O), plantas podadas após o quarto cacho e cultivadas em fileira dupla (0,8 x 0,4 x 0,4m); T₃ - N na forma de sulfato de amônio (120 kg/ha), P_2O_5 na forma de superfosfato simples (400 kg/ha), K na forma de KCl (180 kg/ha de K_2O), plantas em livre crescimento e cultivadas em fileira simples (1,0 x 0,5m); T₄-N na forma de uréia (120 kg/ha de N), omitiu-se a adubação fosfatada, forneceu-se o K na forma de KCl (180 kg/ha de K_2O),

cultivou-se as plantas em fileira dupla (0,8 x 0,4 x 0,4m) e podadas após o quarto cacho. A adubação em cobertura consistiu de aplicação de 120 kg/ha de N na forma de uréia nos tratamentos fatoriais e nos adicionais T₁ e T₄ de na forma de sulfato de amônio nos adicionais T₂ e T₃; 120 kg/ha de K₂O na forma de KCl em todos os tratamentos, aos 20, 40 e 60 dias após o transplântio. A análise dos dados permitiu as seguintes conclusões: Os níveis de P₂O₅ elevaram a produção de frutos por planta, o número de frutos por planta e os teores foliares de P; reduziram os teores foliares de Zn e não exerceram efeito sobre a produção frutos médios, pequenos, miúdos e sobre os teores foliares de K, Ca, Mg, S, Fe e Mn.

O superfosfato triplo e a poda mostraram-se altamente benéficos sobre a produção total e sobre a produção de frutos graúdos em relação à produção média nacional e à obtida com o emprego de superfosfato simples em plantas não podadas.

O emprego da poda (4^o cacho) e o aumento na densidade populacional (0,8 x 0,4 x 0,4m) mostraram que a produção total e de frutos graúdos podem ser sensivelmente elevadas sem que isto implique em aumento na quantidade de fertilizante a ser empregada.

As plantas não podadas e cultivadas convencionalmente (1,0 x 0,5m) apresentaram maior produção por planta (kg) e maior número de frutos por planta, mas suas produções total e de frutos graúdos foram significativamente inferiores às obtidas com plantas que foram podadas e cultivadas em fileira dupla (0,8

x 0,4 x 0,4m) e que receberam adubação fosfatada.

A aplicação de gesso reduziu a produção total e de frutos graúdos, a produção por planta e os teores foliares de P, mas não exerceu efeito sobre a produção de frutos médios, pequenos, miúdos e sobre os teores de K, Ca, Mg, S, Mn e Zn.

Os dados sugerem que em solos com características semelhantes ao empregado no presente estudo, as quantidades de gesso não devem ser superiores a 300kg/ha, quando for utilizado como fonte de Ca e S para o tomateiro.

A aplicação de superfosfato simples e sulfato de amônio intensificou o acúmulo de Cu e reduziu a produção total de frutos graúdos em relação ao emprego de superfosfato triplo e uréia.

A produção total, a produção de frutos graúdos e o peso médio de frutos se correlacionaram positivamente com os teores foliares de P, K e Ca. A produção de frutos graúdos e o peso médio de frutos se correlacionaram positivamente com Mg e S. Correlacionaram-se positivamente: Mg - S, Mg - Zn, Mn - Zn e negativamente: Mg - Fe e Cu - Zn.

A podridão apical não se manifestou no presente estudo.



7. SUMMARY

EFFECT OF PHOSPHORUS FERTILIZATION AND GYPSUM ON YIELDS AND MINERAL NUTRITION OF THE TOMATO (*Lycopersicon esculentum* Mill) TRIMMED

This experiment was carried out in a dystrophic Dark Red Latosol having the following characteristics: pH - 4.9, p - 6 ppm, K - 63 ppm, s - 37 ppm, Ca, Mg and Al 2.5, 0.3, and 0.1 meq/100 g, respectively. The experiment was planted as a randomized complete blocks design in a 3 x 4 + 4 factorial scheme, with four replications. The first factor was represented by P₂O₅ levels (0.2, 0.4 and 0.6 t/ha) and the second by gypsum levels (0.3, 0.6, 0.9 and 1.2 t/ha). Additional treatments consisted of: T₁ - N supplied as urea (120 Kg of N/ha), P₂O₅ in the form of triple superphosphate (400 Kg/ha) and K as KCl (180 Kg of K₂O/ha) plants were trimmed after the fourth cluster and planted in double rows (0.8 x 0.4 x 0.4 m); T₂ - N as ammonium sulphate (120 Kg of N/ha), P₂O₅ as simple superphosphate (400 Kg/ha), K as KCl (180 Kg of K₂O/ha), plants were trimmed after the fourth cluster and planted in double rows (0.8 x 0.4 x 0.4

m); T₃ - N as ammonium sulphate (120 Kg/ha), P₂O₅ as simple superphosphate (400 Kg/ha), K as KCl (180 Kg of K₂O/ha), plants were growing freely and planted in single rows (1.0 x 0.5 m); T₄ - N as urea (120 Kg N/ha), no phosphorus fertilization, K as KCl (180 Kg of K₂O/ha), plants were trimmed after the fourth cluster and planted in double rows (0.8 x 0.4 x 0.4 m). Side dressing fertilization was done using 120 Kg of urea - N/ha on the factorial treatments and on T₁ and T₄ additional treatments; on T₂ and T₃ additional treatments N was applied as ammonium sulphate. All treatments were also supplied with 120 Kg of K₂O/ha in the form of KCl at 20, 40 and 60 days after transplanting.

Based on the results obtained it was possible to conclude that the levels of P₂O₅ increased yield per plant, number of fruits per plant, foliar content of P; reduced the content of Zn, and had no effect on yield of medium, small and very small-sized fruits and on contents of K, Ca, Mg, S, Fe and Mn.

Triple superphosphate and planta trimming presented highly significant effects on total yield and yield of large fruits in relation average yield and to yield obtained with simple superphosphate in non-trimmed plants.

Trimming (4th cluster) and increase in planting density (0.8 x 0.4 x 0.4 m) showed that total yield and yield of large fruits can be risen without increasing the amount of fertilizers. Non-trimmed plants (1.0 x 0.5 m) presented greater production per plant and larger number of fruits per plant, but

their total yields and yield of large fruits were lower than that obtained with trimmed plants cultivated in double rows (0.8 x 0.4 x 0.4 m) and fertilized with phosphorus.

Gypsum reduced total yield, yield of large fruits, yield per plant, and the content of P, but did not influence the production of medium, small and very small-sized fruits, and the contents of K, Ca, Mg, S, Mn and Zn. Results suggest that the amounts of gypsum should not exceed 300 Kg/ha when it is applied as source of Ca and S to the tomato plant cultivated in soils as the one used in this study.

Applications of simple superphosphate and ammonium sulphate intensified the accumulation of Cu and reduced total yield and yield of large fruits compared to triple superphosphate and urea.

Total yield, yield of large fruits and average weight of fruits correlated positively with P, K and Ca in the leaves. Yield of large fruits and average weight of fruits correlated positively with Mg and S. Other positive correlations were: Mg-S, and Mn-Zn. Mg-Fe and Cu-Zn presented negative correlations.

Blonsson-end rot did not show up in this study.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

01. ASHER, C.J. & LONERAGAN, J.F. Response of plants to phosphate concentration in solution culture: I. growth and phosphorus content. *Soil and Science*, Baltimore, 103(4):225-33, Apr. 1967.
02. ASIF, M.I.; KHAN, A.A. & AJAKAIYE, M.N. Zinc nutrition of onion as influenced by phosphorus. *Journal Agricultural Science*. Cambridge, 87(2):277-79, Aug./Dec. 1970.
03. BAHIA FILHO, A.F.C. *Fosfóro em Latossolos do Estado de Minas Gerais: Intensidade, capacidade tampão, quantidade de fósforo, fósforo "disponível" e crescimento vegetal*. Viçosa, UFV. Imprensa Universitária, 1974. 69p. (Tese MS).
04. BAINS, S.S. & FIREMAN, M. Effects of exchangable sodium percentage on the growth and absorption of essencial nutrients and sodium of fine crop plants. *Agronomy Journal*, Madison, 56(3):432-35, May/June 1964.
05. BATAGLIA, O.C. Análise química de plantas para micronutrientes. In: SIMPOSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, 1988. Jaboticabal, UNESP, 1988. v.2, 473-502.
06. BELFORT, C.C. *Efeito da poda da haste principal e população de plantas sobre a produção de frutos e sementes do tomateiro (Lycopersicon esculentum Mill)*. Viçosa, UFV. Imprensa Universitária, 1979. 45p. (Tese MS).
07. BINGHAM, F.T.; MARTIN, N.J.P. & CHASTAIN, J.A. Effects of phosphorus fertilization of California soils on minor elements nutrition of citrus. *Soil and Science*, Baltimore, 86(1):24-31, July 1958.
08. ----- Relation between phosphorus and micronutrients in plants. *Soil Science Society of American Proceedings*, Madison, 27(4):389-91, July/Aug. 1963.

- 09 BLAIR, G.J.; MAMARIL, C.P.; UMAR, P.A.; MOMUAT, E.O. & MOMUAT, O. Sulfur nutrition of rice. I. A survey of soils of South Sulawesi, Indonesia. *Agronomy Journal*, Madison, 71(3):473-77, May/June. 1979.
10. CAMPOS, J.P. *Estudo de populações, cultivares e adubação na produção do tomateiro*, Viçosa, UFV, 1970. 51p. (Tese MS).
11. CAMPOS, J.P.; BELFORT, C.C.; GALVAO, J.D. & FONTES, P.C.R. Efeito da poda da haste e da população de plantas sobre a produção do tomateiro. *Revista Ceres*, Viçosa, 34(192):198-208, mar./abr. 1987.
12. CARVALHO, L.J.C.B.; GOMIDE, R.L.; RODRIGUES, G.C.; SOUZA, D.M.G. & FREITAS Jr., E. Resposta do milho à aplicação do gesso e déficit hídrico em solos de cerrado. In: SEMINÁRIO SOBRE O USO DO FOSFOGESSO NA AGRICULTURA, 1, Brasília, 1985. *Anais...* Brasília, IBRAFOS, EMBRAPA, PETROFERTIL, 1985. p.61-63.
13. CASTELANNE, S.R.P.L. Nutrição mineral do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Efeito dos nutrientes na qualidade dos frutos. In: MULLER, J.J.V. & CASALI, V.W.D. eds. *Seminários de Olericultura*. Viçosa, UFV, 1982. p.113-146.
14. -----; CASTELANNE, P.D.; VITTI, G.C.; BARBOSA, J.C. & CHURRATA-MASCA, M.G.C. Efeito da aplicação do gesso associado a fontes de N e P na cultura da cenoura (*Daucus corota* L.) In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 3, Florianópolis, 1983. *Anais...* Florianópolis, UFSC. 1983, p.125.
15. CHAUDRHY, F.M. & LONERAGAN, J.F. Zinc absorption by wheat seedlings: I. Inhibition by micronutrient ions in short-term experiments and its relevance to long-term zinc nutrition. *Soil Science Society of American Journal*, Madison, 36(2):323-27, Mar./Apr. 1972.
16. CHIEN, S.H.; HELLUMS, D.T. & HENAO, J. Greenhouse evaluation of elemental sulfur and gypsum for flooded rice. *Soil Science Society of American Journal*. Atlanta, 51(1):120-3, Jan./Feb. 1987.
17. CHRISTENSEN, N.W. & JACKSON, T.L. Potential for phosphorus toxicity in zinc-stressed corn and potato. *Soil Science Society of American Journal*, Madison, 45(5):904-9, Sep./Oct. 1981.

- 18 COMISSAO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. *Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais 4ª aproximação*. Lavras, 1989. 176p.
- 19 CRUZ, A.P. VITTI, G.C., FORNASIERI FILHO, D.; GALLO, P.A. & SANTOS, P.R.R.S. Efeito do gesso em amendoim (*Arachis hypogaea* L.) cultivado em área de reforma de cana-de-açúcar. In CONGRESSO BRASILEIRO DE CIENCIA DO SOLO, 22, Recife, 1989, *Anais*. Recife, SBCS. 1989. p.149.
- 20 ELSOKKARY, I.H.; EL-ATTAR, H.A. & AMER, M.A. Influence of phosphorus and zinc fertilizers on the uptake of P and Zinc by corn plants grown in highly calcareous soils. *Plant and soil*, the Hague, 59(2):227-36, 1981.
- 21 FARIA, C.M.B. & PEREIRA, J.R. Níveis e fontes de nitrogênio para cebola no Vale do Submédio São Francisco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIENCIA DO SOLO, 22, Recife, 1989 *Anais*. Recife, SBCS, 1989. p.142.
- 22 FERREIRA, M.E., FORNASIERE FILHO, D.; VITTI, G.C. & MARVULO, C. Estudo de doses e épocas de aplicação do gesso na cultura do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) *Cientifica*, Jaboticabal, 7(2):235-40. 1979.
- 23 FILGUEIRA, F.A.R. Tomate: a mais universal das hortaliças. In *Manual de olericultura; Cultura e comercialização de hortaliças*. v.2, 2.ed. São Paulo, Agronômica Ceres, 1982. p.223-300.
- 24 FONTES, P.C.R. & WILCOX, G.E. Growth and phosphorus uptake by tomato cultivars as influenced by phosphorus concentration in soil and nutrient solution. *Journal of American Society Horticultural Science*, Madison, 109(5):633-6, Sept. 1984.
- 25 FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO), *Yearbook Production*. Roma, 1989. v.43, 346p.
- 26 FOX, R.L. & KAMPRATH, E.J. Phosphorus sorption isotherm for evaluating the phosphate requirement of soils. *Soil Science Society of American Proceedings*, Madison, 34(6):902-7. Nov./Dec. 1970.
- 27 FRIESEN, D.K.; JUO, A.S.R. & MILLER, M.H. Liming and lime-phosphorus-zinc interactions in two Nigeria ultisols. I. Interactions in the soil. *Soil Science Society of American Journal*, Madison, 44(6):1221-6, Nov./Dec. 1980.
- 28 FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA (IBGE), *Anuário Estatístico do Brasil*, 1989. Rio de Janeiro, 1989. v.49, 716p.

29. FURLANI, A.M.C.; FURLANI, P.R.; BATAGLIA, O.C.; HIROCE, R. & GALLO, J.R. Composição mineral de diversas hortaliças. *Bragantia*, Campinas, 37(5):33-44, abr. 1978.
30. GARGANTINI, H. & BLANCO, G. Marcha de absorção de nutrientes pelo tomateiro. *Bragantia*, Campinas, 22(56):694-714, nov. 1963.
31. GUSMAO, S.A.L. *Efeito da poda e da densidade de plantio sobre a produção do tomateiro (Lycopersicon esculentum Mill.)* Viçosa, UFV, 1988, 102p. (Tese MS).
32. HAAG, H.P.; OLIVEIRA, G.D.; BARBOSA, V.; SILVA NETO, J.M. Nutrição mineral de hortaliças. Marcha de absorção de nutrientes pelo tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) destinado ao processamento industrial. *Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"*, Piracicaba, 35:243-69, 1978.
33. HAYNES, R.J. Lime and phosphate in the soil plant system. *Advances in Agronomy*, New York, 37:249-315, 1984.
34. HIRA, G.S. & SINGH, N.T. Irrigation water requeriment for dissolution of gypsum in sodic soil. *Soil Science Society of American Journal*. Madison, 44(5):930-3, Sep./Oct. 1980.
- X 35. HORINO, Y.; LIMA, J.D, & CORDEIRO, C.M.T. Níveis de fósforo e esterco de gado na produção de tomate em solo trabalhado. *Horticultura Brasileira*, Brasília, 4(1):57, maio, 1986 (Resumos).
36. ISMAIL, A.S.; ORABI, A.A. & MASHADI, H. Interactions of iron with bouth phosphorus and zinc in the plant nutrition of tomato seedlings grown alluvial and calcareous soil. *Journal Plant Nutrition*. New York, 9(3-7):289-95, 1986.
37. JAMARILLO, L.D.O.; AGUIRRE, R.D.V. & CABRERA, F.A.V. Respuesta del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) a diferentes sistemas de poda. *Acta Agronomica*, Palmira, 25(1-4):86-110, jan./abr. 1975.
38. KIEHL, E.J. *Fertilizantes Orgânicos*. São Paulo, Ceres, 1985, 492p.
39. KIEHL, J.C. & FRANCO, O. Efeito do gesso industrial sobre alguns componentes da fertilidade do solo. *O solo*. Piracicaba, 76(1):11-16, jan./jun. 1984.

40. LAMBERT, D.H.; BAKER, D.E. & COLE Jr., H. The role of mycorrhizae in the interactions of phosphorus with zinc, copper, and others elements. *Soil Science Society of American Journal*, Madison, 43(5):978-80, Sep./Oct. 1979.
41. LONERAGAN, J.F.; GROVE, T.S.; ROBSON, A.A. & SNOWBALL, K. Phosphorus toxicity as a factor in zinc-phosphorus interaction in plant. *Soil Science Society of American Journal*, Madison, 43(5):966-72, Sep./Oct. 1979.
42. -----; GRUNES, D.L.; WELCH, R.M.; ADUAYI, E.A.; TENGAH, A.; LAZAR, V.A. & CARY, E.E. Phosphorus accumulation and toxicity in relation to zinc supply. *Soil Science Society of American Journal*, Madison, 46(2):345-52, Mar./Apr. 1982.
43. LOPES, A.S. Uso eficiente de fertilizantes e micronutrientes. In: SIMPOSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, Brasília, 1984. *Anais...* Brasília, EMBRAPA, D.E.P. 1984. P. 347-82.
44. MAKISHIMA, N. Colheita, classificação, embalagem e comercialização. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, 66(6):61- 3, jun. 1980.
45. MALAVOLTA, E. *Elementos de nutrição mineral de plantas*. São Paulo, Ceres, 1980. 254p.
46. -----; CASTRO, P.C.R.; CRUZ, V.F. & YAMADA, T. Calcium and its relationship to blossom-end rot in tomato. *Comm. in Soil Science and Plant Analysis*, New York, 6(3):273-284, March, 1975.
47. -----; HAAG, P.H.; MELLO, F.A.F. & BRASIL SOBRINHO, M.O.L. *Nutrição Mineral de Algumas Culturas Tropicais*. São Paulo, Pioneira, 1967. 251p.
48. MARTINEZ, V.; CERDA, A.; CARO, M. & FERNANDEZ, F.G. Desarrollo y composition mineral de las plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) em relacion con la concentration de SO_4^{2-} en el medio de raices. *Anuals de Edofologia y Agrobiologia*. Bogotá, 42(7/8):1255-68, 1983.
49. MASCARENHAS, H.A.A.; BRAGA, N.R.; TISSELI FILHO, O.; MIRANDA, M.A.C. & ROSTON, A.J. *Calagem e adubação da soja*. Campinas, Instituto Agronômico. 1976. 7p. (Circular técnica, 51).
50. MELLO, F.A.F.; BRASIL SOBRINHO, M.O.C.; ARZOLLA, S.; SILVEIRA, R.I.; COBRA NETO, A. & KIEHL, J.C. *Fertilidade do Solo*. 2. ed. São Paulo, Nobel, 1984. 400p.

51. MENGEL, K. & KIRKBY, E.A. *Principles of plant nutrition*. 4. ed. Worblanfen-Bern, International Potash Institute, 1987. 687p.
52. NEPTUNE, A.M.L.; TABATABAI, M.A. & HANWAY, J.J. Sulfur fractions and carbon-nitrogen-phosphorus relationships in some Brazilian and Iowa soils. *Soil Science Society of American Proceedings*, Madison, 39(1):51-5, Jan./Feb. 1975.
53. NISHIMOTO, R.K.; FOX, R.L. & PARVIN, P.E. Response of vegetable crops to phosphorus concentration in soil solution. *Journal American Society Horticultural Science*, Mount Vernon, 102(6):705-9, Nov. 1977.
54. NOGUEIRA, F.D.; GUIMARAES, P.T.G.; PAULA, M.B. & FARIA, J.F. Gesso, fosfato natural e adubo verde na cultura do alho em solo aluvial. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. Campinas, 13(3):349-54, set./dez. 1989.
55. OLSEN, S.K. & WATANABE, F.G. Interaction of added gypsum in alkaline soils with uptake of iron, molybdenum, manganese and zinc by sorghum. *Soil Science Society of American Journal*. Madison, 43(1):125-30, Jan./Feb. 1979.
56. ORABI, A.A.; ABDALLAH, A.A.; MASHADI, H. & BARAKAT, A.H. Zinc-phosphorus relationship in the nutrition of corn plant (*Zea mays* L.) grown in some calcareous soils. *Plant and Soil*, Baltimore, 59(1):51-9, 1981.
57. PEARSON, R.W.; ABRUNA, F. & VICENTE-CHANDLER, J. Effect of lime and nitrogen application on downward humidity tropical soils of Puerto Rico. *Soil Science*, Baltimore, 93(2):77- 82, Feb. 1962.
58. PIVETTA, A.R. *Efeito de doses de gesso e épocas de aplicação na cultura do amendoim (Arachis hypogaeae L.) cv. Tatu V53*. Jaboticabal, UNESP, 1978. 44p. (Trabalho de Graduação).
59. GUAGGIO, J.A.; DECHEN, A.R. & Van RAIJ, B. Efeito da aplicação de calcário e gesso sobre a produção de amendoim e lixiviação de bases no solo. *Revista Brasileira de Ciência do solo*, Campinas, 6(3):189-94. set./dez. 1982.
60. RAIJ, B.V. *Gesso agrícola na melhoria do ambiente radicular no subsolo*. São Paulo, Associação Nacional para Difusão de Adubos e Corretivos Agrícolas, 1988. 88p.

61. ROSOLEN, C.A. & MACHADO, J.R. Efeito da calagem e gessagem sobre a produção do algodão e lixiviação de bases em dois Latossolos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIENCIA DO SOLO, 19, Curitiba, 1983. *Programas e Resumos...* Campinas, SBCS, 1983. p.53.62. SAEED, M. & FOX, R.L. Influence of phosphate fertilization on zinc absorption by tropic soils. *Soil Science Society of American Journal*, Madison, 43(4):683-6, July/Aug. 1979.
63. SAFAYA, N.M. Phosphorus-zinc interaction in relation to absorption rates of phosphorus, zinc, copper, manganese, and iron in corn. *Soil Science Society of American Proceedings*, Madison, 40(5):719-22, Sep./Oct. 1976.
64. SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P. *Análise química de plantas*. Piracicaba, ESALQ, 1974, 56p.
65. SAYRE, C.B. Spacing of cannery tomatoes. *Proceedings of American Society Horticultural Science*, New York, 73:305-11, 1959.
66. SCHIMANN, W.; NEPTUNE, A.M.L. & SABINO, N.P. Acumulação de macronutrientes pelo amendoim (*Arachis hypogaea* L.) cultivado em outono, na época seca. *Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz"*, Piracicaba, 27:393-409, 1970.
67. SENO, S; FERNANDES, F.M. & DOMINGUES, E.P. Níveis de fósforo e potássio na produção do tomateiro, cv. Rio Grande, na região de Ilha Solteira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 24, 1984, *Programas e Resumos...* Jaboticabal, SOB, 1984. p.11.
68. SILVA, A.A.; VALE, F.R.; MUNIZ, J.A. & LOPES, A.S. Efeito de diferentes relações calcário-gesso no crescimento do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIENCIA DO SOLO, 22, Recife, SBCS, 1989, p.188. (Resumos).
69. SILVA, R.F. *Efeito do espaçamento e níveis de adubação na produção de frutos maduros e sementes de pimentão (*Capsicum annuum* L.)*, Viçosa, UFV, 1986, 51p. (Tese MS).
70. SILVA JUNIOR, A.A.; VIZOTTO, V.J. & MULLER, J.J.V. Efeito da adubação mineral e orgânica sobre o rendimento de frutos do tomateiro. *Horticultura Brasileira*, Brasília, 3(1):93, maio 1985. (Resumos).
71. SINGH, J.P.; KARAMANOS, R.E. & STEWART, J.W.B. Phosphorus induced deficiency in wheat on residual phosphorus plant. *Agronomy Journal*, Madison, 78(4):668-75, July/Aug. 1986.

72. SOARES, E. & IGUE, T. Estudo comparativo entre fertilizantes fornecedores de enxofre. *Bragantia*, Campinas, 35:V-X, jun. 1976. (Nota 2)
73. SPENCER, W.F. Effect of copper on yield and uptake of phosphorus and iron by citrus seedlings grown of various phosphorus levels. *Soil and Science*. Baltimore, 102(5):286-9, Nov. 1966.
74. 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 American Proceedings*, Madison, 30(6):759-63, Nov./Dec. 1966.
75. SWIADER, J.M. & MORSE, R.D. Phosphorus solution concentration for production of tomato, papper, and egg-plant in minesoils. *Journal American Society Horticultural Science*, Madison, 107(6):1149-53, Nov. 1982.
76. TAKAHASHI, H.W. *Relação Ca:Mg:K no desenvolvimento, produção, composição mineral e distúrbios fisiológicos relacionados com o Ca em tomateiro (Lycopersicon esculentum Mill)*. Piracicaba, ESALQ, 1989. 167p. (Tese Doutorado).
77. TANAKA, R.T.; PONTE, A.M.; MORAIS, O.P. & CASTILLO, J.A.B. Influência do gesso na fertilidade do solo de cerrado para duas cultivares de arroz, (*Oryza sativa* L.) de sequeiro. Resultados 1978/79 e 1979/80. In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUARIA DE MINAS GERAIS. *Projeto arroz; relatório 78/80*. Belo Horizonte, 1983. p. 199-214.
78. TANAKA, T.; FREITAS, L.M.M. & TYLER, K.B. Efeito da adubação no crescimento, no nível de nutrientes analisados nas folhas e na produção de tomate cultivado em latossolo vermelho-amarelo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 5(4):117-23, 1970.
- X 79. TEOFILSO SOBRINHO, J.; ALOISI SOBRINHO, J.; IGUE, T. & MENDONÇA, N.T. Efeito de N, P e K na adubação do tomateiro rasteiro em Pindorama. *Bragantia*, Campinas, 27:XLVII - I, jul. 1968. (Nota, 12).
80. VARIS, S. & GEORGE, R.A.T. The influence of mineral nutrition on fruit yield, seed yield and quality in tomato. *Journal Horticultural Science*, Ashford, 60(3):373-6, July 1985.
81. VITUM, M.T. Spacing and fertility level studies with past-type tomato. *Proceedings of American Society Horticultural Science*, New York, 69:323-6, 1957.

82. WALLACE, A.; MUELLER, R.T. & ALEXANDER, G. U. Influence of phosphorus on zinc, iron, manganese, and copper uptake by plants. *Soil and Science*, Baltimore, 126(5):338-41, Nov. 1978.
83. WARD. G.M. Causes of blossom-end rot of tomatoes based on tissue analyses. *Canadian Journal Plant Science*, Ottawa, 53(1):169-74, Jan. 1973.

APPENDICE

QUADRO 1A. Resumo das análises de variância para os teores de P, K, Ca, Mg e S, determinados nas folhas do tomateiro, 100 dias após o transplântio. ESAL, Lavras - 1991.

F.V.	GL	QM e significância				
		P	K	Ca	Mg	S
Fósforo (P)	2	0,005869	0,093681	0,089118	0,006602	0,004062
L	1	0,010150*	0,181503	0,064800	0,013203	0,000312
B	1	0,001584	0,005859	0,113438	0,000001	0,003750
Gesso (G)	3	0,003424	0,020483	0,295303	0,003472	0,016140
L	1	0,008520*	0,048735	0,009627	0,007260	0,003227
B	1	0,001752	0,009633	0,043199	0,000075	0,012030
C	1	0,000004	0,003082	0,833082	0,003082	0,000882
P x G	6	0,002066	0,098973	0,306438	0,004324	0,002945
Fat. vs. adic.	1	0,004502	0,030151	0,786926	0,056058**	0,025724
Adicionais	1	0,012012**	0,340317	0,378441	0,040613**	0,003200
Blocos	3	0,001819	0,887094	0,349002	0,065250	0,026325
Erro	39	0,001642	0,151688	0,322405	0,004908	0,006545
C.V. (%)		17,80	12,50	17,90	14,90	18,30
•		0,23	3,12	0,47	0,47	0,44

** e * - Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

QUADRO 2A. Resumo das análises de variância para os teores de Cu, Fe, Mn e Zn, determinados nas folhas do tomateiro, 100 dias após o transplante. ESAL, Lavras - 1991.

F.V.	GL	QM e significância			
		Cu	Fe	Mn	Zn
Fósforo (P)	2	1379,4535	663,6193	3093,8916	40,1033
L	1	5,6809			77,4390*
Q	1	2753,2209*			2,7675
Gesso (G)	3	4840,0209**	1553,3407	1321,4877	25,9103
L	1	13311,5195**			64,0250
Q	1	484,9499			11,3296
C	1	723,5991			2,3760
P x G	6	2331,5088**	4262,2114	1788,1434	19,3614
Fat. vs. adic.	1	5489,1250**	2110,2500	9953,0000	21,9844
Adicionais	1	3398,0200*	189,0625	23590,0605*	17,7900
Blocos	3	109,8181	5050,2148	70439,6016**	182,3016**
Erro	39	483,4903	4450,6670	3999,9194	19,0041
C.V. (%)		29,00	26,0	21,3	17,7
a		75,75	256,7	297,1	24,6

** e * - Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

QUADRO 3A. Resumo das análises de variância para o número de frutos por planta, peso médio de frutos e produção de frutos por planta. ESAL, Lavras, 1991.

F.V.	G.L.	QM e significância		
		Número de frutos/planta	Peso médio de frutos	Produção por planta
Fósforo: (P)	2	52,5308	184,4316	1,1381
L	1	100,1110*		1,4878*
Q	1	4,9504		0,7884
Gesso: (G)	3	14,9791	388,8862	1,2858*
L	1	34,8844		3,7750**
Q	1	1,8018		0,0752
C	1	8,2510		0,0070
P x G	6	11,3806	144,8920	0,3562
Fat. vs. adic.	1	10,7344	2017,6250*	3,2292**
Adicionais	3	250,7894**	810,6147	4,2825**
Blocos	3	19,1996	283,2429	0,4713
Erro	45	17,0220	310,0054	0,3635
C.V. (%)		15,2	13,9	15,2
m		27,2	126,3	27,2

** e * - Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente

QUADRO 4A. Resumo das análises de variância para produção total, produção de frutos graúdos, médios, pequenos e miúdos. ESAL, Lavras - 1991.

F.V.	GL	QM				
		Produção total	Frutos graúdos	Frutos médios	Frutos pequenos	Frutos miúdos
Fósforo (P)	2	1340,1323	1056,9231	4,0206	3,6750	0,4885
L 1		1638,7790	1618,8060	3,3153	0,0182	0,5025
Q 1		1041,4840	495,0405	4,7259	0,7350	0,4746
Gesso (G)	3	1682,5792†	1464,5848†	1,8650	1,9102	0,3920
L 1		4896,9677††	4225,2021††	5,3401	4,7320	0,1675
Q 1		128,3799	5,2006	0,0675	0,7252	0,8112
C 1		22,3870	163,3503	0,1815	0,2734	0,1972
P x G	6	440,1572	637,2266	0,8995	1,2792	0,4870
Fat. vs. adic.	1	16182,0000††	16686,1309††	28,8299†	1,2675	0,0675
Adicionais	3	4776,4233††	4709,0933††	19,0075†	4,9473†	0,1450
Blocos	3	584,2713	332,0545	2,2025	1,3041	0,0777
Erro	45	453,2115	509,6403	4,8838	1,6857	0,2756
C.V. (%)		18,1	21,5	57,0	55,8	67,1
		117,6	104,9	3,9	2,3	0,8

†† e † - Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.