

UFRRJ
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
CIÊNCIA DO SOLO

TESE

**Crescimento e Produção do Tomateiro em Sistemas
de Cultivo a Campo, Hidropônico e Fertirrigado, sob
Diferentes Doses de Nitrogênio e Potássio.**

Glaucio da Cruz Genuncio

2009



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
CIÊNCIA DO SOLO**

**CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DO TOMATEIRO EM SISTEMAS DE
CULTIVO A CAMPO, HIDROPÔNICO E FERTIRRIGADO, SOB
DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO.**

GLAUCIO DA CRUZ GENUNCIO

Sob a Orientação do Professor
Adelson Paulo de Araújo

Co-orientação dos Professores
Everaldo Zonta e Nidia Majerowicz

Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Ciência do Solo.

Seropédica, RJ
Fevereiro de 2009

635.642

G341c

T

Genuncio, Gláucio da Cruz, 1974-

Crescimento e produção do tomateiro em sistemas de cultivo a campo, hidropônico e fertirrigado, sob diferentes doses de Nitrogênio e Potássio / Gláucio da Cruz Genuncio – 2009.

131 f.: il.

Orientador: Adelson Paulo de Araújo.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Agronomia.

Bibliografia: f. 95-102

1. Tomate – Cultivo - Teses. 2. Tomate – Adubos e fertilizantes – Teses. 3. Nitrogênio - Fixação – Teses. 4. Tomate - Qualidade – Teses. I. Araújo, Adelson Paulo de, 1965-. II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso de Pós-Graduação em Agronomia. III. Título.

É permitida a cópia parcial ou total desta Tese, desde que seja citada a fonte.

O Autor

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – CIÊNCIA DO SOLO

GLAUCIO DA CRUZ GENUNCIO

Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de Concentração em Ciência do Solo.

TESE APROVADA EM 16/02/2009.

Adelson Paulo de Araújo. Dr. UFRRJ
(Orientador)

Margarida Goréte Ferreira do Carmo. Dra. UFRRJ

Pedro Roberto Furlani. Ph. D. Conplant

Jorge Luiz Barcelos Oliveira. Dr. UFSC

Pedro Paulo da Cunha Machado. Dr. IST

DEDICATÓRIA

A Deus,

À minha família,

e, ao agricultor, por praticar “a arte de saber esperar”,

dedico.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Adelson Paulo de Araújo pelas análises estatísticas e por transmitir, gradativamente, a experiência da boa linguagem científica;

Ao meu Co-orientador, Everaldo Zonta que, como haveria de se esperar novamente, sempre esteve pronto para ajudar e, à família Zonta, obrigado;

Ao Amigo Wellington Mary, quem diria mesmo? Doutorado em Hidroponia e agora... campo e fertirrigação (não agüento mais a sua influência!);

À professora Margarida Goréte Ferreira do Carmo e aos professores Pedro Roberto Furlani, Jorge Barcelos, Pedro Paulo da Cunha Machado e ao pesquisador Marco Antônio Leal, pela disponibilidade de estarem presentes num momento tão especial;

À Nidia Majerowicz e ao Leonardo Médici pela oportunidade da convivência na Fisiologia Vegetal; momentos enriquecedores que guardarei para sempre!

À professora Sonia Regina de Souza pelas duas oportunidades: Maranhão e Argentina;

Ao meu amigo Adriano Knupp, pelos momentos de descontração, mesmo com o mundo caindo em nossas cabeças na Fisiologia Vegetal;

Aos amigos Edvar, Núbia, Renata e Anderson, pela preciosa e fundamental contribuição neste trabalhoso trabalho. Sem vocês não teria o que fazer e nem o que falar...; e a todos os estagiários, num total de 16, pela contribuição significativa neste trabalho;

À Luciene por participar não somente deste trabalho, mas em diversos momentos importantes nesses anos que passaram;

Ao prezadíssimo Fábio, pelas conversas engraçadas;

A Tiely e a Maluzinha, pelos sorrisos inigualáveis e, a Bianca e ao Tiago, pela convivência dos últimos meses;

A Adriana Pedrenho, Dione de Carvalho e ao Jairo Pinheiro pela convivência no Departamento de Ciências Fisiológicas;

Aos colegas de Pós-Graduação Carlinhos, Hugo (apagador de incêndios), Patrick, Orlado, Leandro, Bucker, Wallace e demais, pois são muitos; e aos recentes amigos da Graduação, agradeço a todos pela convivência divertida em todas as ocasiões;

Ao Onar, ao Henrique e ao Jucélio, pela inigualável disponibilidade no preparo da área para a implantação dos experimentos;

Ao Aldir Oliveira de Carvalho, ao João Araújo e ao Maruzanet pelos diagnósticos;

Ao João Pimentel e Paulo Brioso pelas dicas sobre a condução do tomateiro;

Ao Laboratório de Fertilidade do Solo (Jair e Bruno), obrigado pela “mão”!

A Beth e ao Roberto, por me agüentarem novamente na pressa do dia a dia;

Aos produtores hidropônicos Marcelo, Daniel, Alexandre e Paulo, obrigado!!!;

Ao Tatagiba e família, pela continuidade na convivência e pelas conversas ainda mais construtivas sobre produção de morango, tomate, pimentão, salsa crespa, repolho, alface e tomate e as possíveis melhorias na agricultura do Estado do Rio de Janeiro;

Às firmas Hidrogood, Lumaplastic, Qualifértil, Sakata, Isla e Dancor, pelos materiais doados para a execução deste trabalho;

A minha mãe, a minha irmã e ao meu cunhado por estarem sempre presentes, seja em qualquer hora e qualquer circunstância;

À UFRRJ e ao CPGA-CS por toda a infra-estrutura disponibilizada e ao CNPq pela bolsa concedida e a Lúcia Helena Cunha dos Anjos, pela correção, sempre exemplar, do formato da Tese;

Ao agricultor, que sempre merecerá um retorno por todo este **“investimento”**.

BIOGRAFIA

Glaucio da Cruz Genuncio nasceu na cidade do Rio de Janeiro, em 23 de maio de 1974. Estudou desde o ensino fundamental até o segundo ano do segundo grau no Instituto Sepetiba, concluindo o segundo grau na Rede MV1, em Campo Grande, RJ.

Ingressou na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro em 1993, no curso de Agronomia, obtendo o título de Engenheiro Agrônomo em 1998. De 1998 a 2003 foi consultor e assessor técnico de produtores de hortaliças hidropônicas e plantas ornamentais na região serrana do Estado do Rio de Janeiro (eixo Teresópolis, Nova Friburgo e Petrópolis), assim como nas regiões de Tinguá, Papucaia, Maricá, Mendes e Região Metropolitana do Rio de Janeiro.

Em 2003 ingressou no Mestrado em Agronomia - Ciência do Solo na UFRRJ, obtendo o título em 2005. Neste mesmo ano ingressou para o Doutorado.

Em 2007 foi aprovado no Concurso de Professor Substituto na área de Fisiologia Vegetal no Departamento de Ciências Fisiológicas do Instituto de Biologia da UFRRJ.

Quem sou!!!!

Sou uma pessoa que desde os 12 anos de idade falava que seria agrônomo, mesmo sem ter fortes tradições agrícolas; que acredita que esse País só vai mudar através da educação, respeito ao próximo e, principalmente, respeito aos recursos naturais, inacreditavelmente concentrados aqui.

Sou uma pessoa que ao observar o crescimento, o florescimento e a frutificação de uma planta, acredita estar vivenciando momentos únicos!

RESUMO

GENUNCIO, Glaucio da Cruz. **Crescimento e produção do tomateiro em sistemas de cultivo a campo, hidropônico e fertirrigado, sob diferentes doses de nitrogênio e potássio.** 2009. 131f. Tese (Doutorado em Agronomia, Ciência do Solo). Instituto de Agronomia, Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2009.

O presente trabalho objetivou avaliar os ritmos de acumulação de biomassa e nutrientes, a produção e qualidade de frutos de genótipos de tomateiro em sistemas de cultivo a campo, hidropônico e fertirrigado, sob diferentes doses de nitrogênio e potássio. Conduziram-se experimentos em 2005, 2006 e 2007, em cada ano comparando-se sistemas de cultivos. Em 2005 utilizou-se o híbrido Saladinha. A campo, foram aplicados 100, 150 e 200 kg N ha⁻¹ e 150, 200 e 250 kg K ha⁻¹, em fatorial 3x3. Em hidroponia, testaram-se quatro soluções, com concentrações iônicas de 50% e 75% e razões N:K 1:1,5 e 1:2. Em fertirrigação, utilizaram-se razões N:K (em kg ha⁻¹) de 200:300, 200:400, 300:450 e 300:600. No campo, observaram-se menores diâmetros de frutos nas doses de 100 kg N ha⁻¹ e 250 kg K ha⁻¹. Em hidroponia, a razão N:K 1:1,5 aumentou a acumulação de biomassa e nutrientes na parte aérea. Em fertirrigação, a acumulação de N foi maior nas maiores doses de K, mas a produção de frutos comerciais foi menor na dose N:K 300:600. A produção e o número de frutos foram superiores em ambiente protegido. Em 2006 foram realizadas coletas quinzenais de biomassa para obtenção das taxas de crescimento e acumulação de nutrientes do híbrido Saladinha. Testaram-se as razões N:K 150:150, 150:225 e 150:300 a campo, 1:1,5 e 1:2 (a 50% da concentração iônica) em hidroponia, e 200:300 e 200:400 em fertirrigação. A campo, as maiores doses de K estimularam o crescimento e a acumulação de nutrientes no estágio vegetativo, mas a acumulação de biomassa e nutrientes foi similar entre tratamentos ao final do ciclo. A dose de 300 kg K ha⁻¹ aumentou o diâmetro de frutos comerciais. Em hidroponia, as máximas taxas de acumulação de biomassa e nutrientes ocorreram aos 45 DAT na razão N:K 1:1,5, e aos 60 DAT na razão N:K 1:2,0, com valores superiores na razão N:K 1:2,0. Em fertirrigação, a dose 400 kg K ha⁻¹ aumentou as taxas de crescimento e acumulação de nutrientes, e a produção e o número de frutos comerciais. Observou-se maior produção e número de frutos em hidroponia, mas maior diâmetro de frutos comerciais a campo. Em 2006 e 2007, o percentual de frutos comerciais foi reduzido por *Neoleucinodes elegantalis* a campo, e pela podridão apical e lóculo aberto em cultivo protegido. Em 2007, adotou-se um fatorial 4x2, combinando quatro genótipos e duas razões N:K (1:1,5 e 1:2 em hidroponia e 1:2 e 1:3 em fertirrigação). Em hidroponia, a razão N:K 1:2 aumentou a massa e o diâmetro dos frutos comerciais. Em fertirrigação, a maior dose de K aumentou o número de frutos do grupo cereja. A produção de frutos e o teor de sólidos solúveis foram superiores em hidroponia. Doses acima de 300 kg K ha⁻¹ não são adequadas para a produção e qualidade de frutos a campo. A relação N:K 1:2,0 é eficiente para a melhoria da qualidade de frutos sob hidroponia. A dose de 400 kg K ha⁻¹ é adequada para o cultivo sob fertirrigação.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum*. Nutrição mineral. Qualidade de frutos.

ABSTRACT

GENUNCIO, Glaucio da Cruz. **Growth and yield of tomato in the field, hydroponics, and fertirrigated cultivation systems, under different levels of nitrogen and potassium.** 2009. 131p. Thesis (Doctor Science in Agronomy, Soil Science). Instituto de Agronomia, Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2009.

This work intended to evaluate the patterns of accumulation of biomass and nutrients, and the fruit yield and quality, of tomato genotypes in the field, hydroponics, and fertirrigated cultivation systems, under different levels of nitrogen and potassium. Experiments were carried out in 2005, 2006 and 2007, each year comprising different cultivation systems. In 2005 the Saladinha hybrid was used. In the field, three N levels (100, 150 and 200 kg N ha⁻¹) and three K levels (150, 200 e 250 kg K ha⁻¹) were applied in a 3x3 factorial design. In hydroponics, four nutrient solutions were tested, with ionic strength of 50% and 75% and N:K ratios of 1:1.5 and 1:2. In fertirrigation, the N:K ratios of 200:300, 200:400, 300:450 and 300:600 (in kg ha⁻¹) were tested. In the field, the fruit diameter was lower at the levels 100 kg N ha⁻¹ and 250 kg K ha⁻¹. In hydroponics, the N:K ratio 1:1.5 increased the accumulation of biomass and nutrients in shoots. In fertirrigation, shoot N accumulation was higher at higher K levels, but commercial fruit yield was lower at the N:K ratio 300:600. Fruit yield and number were higher in protected cultivation. In 2006 two-week spaced samplings were done to obtain the rates of growth and nutrient accumulation of the Saladinha hybrid. The following N:K ratios were tested: 150:150, 150:225 and 150:300 in the field, 1:1.5 and 1:2 (at 50% of the ionic strength) in hydroponics, and 200:300 and 200:400 in fertirrigation. In the field, higher K levels stimulated the growth and nutrient accumulation at vegetative stages, but accumulation of biomass and nutrient were similar among treatments at the end of the growth. The level of 300 kg K ha⁻¹ increased the diameter of commercial fruits. In hydroponics, maximal rates of accumulation of biomass and nutrients occurred at 45 DAT at N:K ratio 1:1.5, and at 60 DAT at N:K ratio 1:2.0, with higher values at latter ratio. In fertirrigation, the level of 400 kg K ha⁻¹ increased the rates of growth and nutrient accumulation, and the yield and number of commercial fruits. A higher fruit yield and number was observed in hydroponics, whereas a larger diameter of commercial fruits was observed in the field. In 2006 and 2007, the proportion of commercial fruits was reduced by *Neoleucinodes elegantalis* in the field, the rot apical and the open locule in protected cultivation. In 2007, a 4x2 factorial was used, combining four genotypes and two N:K ratios (1:1.5 and 1:2 in hydroponics, and 1:2 and 1:3 in fertirrigation). In hydroponics, the N:K ratio 1:2 increased the mass and diameter of commercial fruits. In fertirrigation, the higher K level increased the fruit number of cherry cultivars. Fruit yield and total soluble solids were higher in hydroponics. Levels higher than 300 kg K ha⁻¹ were not adequate to fruit yield and quality in the field. The N:K ratio of 1:2 is efficient to improve fruit quality in hydroponics. The level of 400 kg K ha⁻¹ is adequate to fertirrigation cultivation.

Key words: *Solanum lycopersicum*. Mineral nutrition. Fruit quality.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Classificação de tomateiro para fins comerciais.	3
Tabela 2. Qualidade de água para fins de irrigação: interpretação de análises.	9
Tabela 3. Efeito de doses de N e K sob a incidência de podridão apical (valor em percentual).	11
Tabela 4. Análise de fertilidade do solo, dividido em subáreas, onde foi conduzido o experimento de campo.	18
Tabela 5. Diferentes relações entre N:K testadas no cultivo de tomateiro em sistema a campo.	19
Tabela 6. Doses utilizadas de N e K, na ocasião do plantio (parcelamento em 1/3).	20
Tabela 7. Adubos e doses utilizadas nos tratamentos no sistema hidropônico.	21
Tabela 8. Distribuição de macronutrientes em função do estágio de desenvolvimento do tomateiro	23
Tabela 9. Doses de nutrientes semanais, por tratamento, para o tomateiro em sistema fertirrigado.	24
Tabela 10. Caracteres associados ao crescimento de plantas de tomateiro, crescidas sob três doses de N (100, 150 e 200 kg ha ⁻¹) e três doses de K (150, 200 e 250 kg ha ⁻¹), em condições de campo, em dois estádios de avaliação (floração e formação do primeiro cacho); efeitos isolados das doses de N e das doses de K, de setembro de 2005 a fevereiro de 2006, em Seropédica, RJ.	28
Tabela 11. Caracteres associados à produção e qualidade de frutos de plantas de tomateiro, crescidas sob três doses de N (100, 150 e 200 kg ha ⁻¹) e três doses de K (150, 200 e 250 kg ha ⁻¹), em condições de campo; efeitos isolados das doses de N e das doses de K. ...	29
Tabela 12. Produção e diâmetro médio de frutos comerciais de plantas de tomateiro, crescidas sob três doses de N (100, 150 e 200 kg ha ⁻¹) e três doses de K (150, 200 e 250 kg ha ⁻¹), em condições de campo; efeitos da interação entre as doses de N e de K.	30
Tabela 13. Caracteres associados ao crescimento de plantas de tomateiro, crescidas sob duas concentrações da solução (50 e 75 %) e duas razões N:K (1:1,5 e 1:2) na solução, em sistema de cultivo hidropônico, em três estádios de avaliação (floração, formação do primeiro cacho e final do ciclo), de setembro de 2005 a fevereiro de 2006, em Seropédica, RJ.	32
Tabela 14. Caracteres associados à acumulação de nutrientes na parte aérea de plantas de tomateiro, crescidas sob duas concentrações da solução (50 e 75%) e duas razões N:K (1:1,5 e 1:2) na solução, em sistema de cultivo hidropônico, em três estádios de avaliação (floração, formação do primeiro cacho e final do ciclo), de setembro de 2005 a fevereiro de 2006, em Seropédica, RJ.	33
Tabela 15. Caracteres associados à produção e qualidade de frutos de plantas de tomateiro, crescidas sob duas concentrações da solução (50 e 75%) e duas razões N:K (1:1,5 e 1:2) na solução, em sistema de cultivo hidropônico.	34
Tabela 16. Caracteres associados ao crescimento de plantas de tomateiro, crescidas sob quatro razões N:K (200:300, 200:400, 300:450 e 300:600, em kg ha ⁻¹) aplicadas ao substrato, em sistema de cultivo fertirrigado, em três estádios de avaliação (floração, formação do primeiro cacho e final do ciclo), de setembro de 2005 a fevereiro de 2006, em Seropédica, RJ.	36

Tabela 17. Caracteres associados à acumulação de nutrientes na parte aérea de plantas de tomateiro, crescidas sob quatro razões N:K (200:300, 200:400, 300:450 e 300:600, em kg ha ⁻¹) aplicadas ao substrato, em sistema de cultivo fertirrigado, em três estádios de avaliação (floração, formação do primeiro cacho e final do ciclo), de setembro de 2005 a fevereiro de 2006, em Seropédica, RJ.....	37
Tabela 18. Caracteres associados à produção e qualidade de frutos de plantas de tomateiro, crescidas sob quatro razões N:K (200:300, 200:400, 300:450 e 300:600, em kg ha ⁻¹) aplicadas ao substrato, em sistema de cultivo fertirrigado, de setembro de 2005 a fevereiro de 2006, em Seropédica, RJ.	38
Tabela 19. Análise conjunta dos sistemas hidropônico, fertirrigado e campo, de caracteres associados à produção e qualidade de frutos de plantas de tomateiro; médias de quatro razões N:K aplicadas, de setembro de 2005 a fevereiro de 2006, em Seropédica, RJ. ..	40
Tabela 20. Médias de temperatura máxima, mínima e umidade relativa do ar observadas para o tomateiro crescido em sistemas a campo e cultivo protegido nos meses de setembro de 2005 a fevereiro de 2006.....	40
Tabela 21. Análise de fertilidade do solo, dividido em subáreas, onde foi conduzido o experimento de campo.	47
Tabela 22. Diferentes razões N:K testadas no cultivo de tomateiro em sistema a campo....	48
Tabela 23. Adubação de cobertura. Doses de N e K aplicadas aos 35 e 70 DAT em tomateiro crescidos em sistema a campo.	48
Tabela 24. Adubos e dosagens utilizadas nos tratamentos para o cultivo de tomateiro hidropônico.....	49
Tabela 25. Doses de nutrientes semanais, aplicadas por tratamento, para o tomateiro em sistema fertirrigado.	51
Tabela 26. Distribuição de macronutrientes em função do estágio de desenvolvimento do tomateiro	51
Tabela 27. Número de nós e altura da planta de plantas de tomateiro, crescidas sob três doses de K (150, 225 e 300 kg ha ⁻¹), em condições de campo, em seis épocas de avaliação, de junho a novembro de 2006 em Seropédica, RJ.	55
Tabela 28. Caracteres associados à produção e qualidade de frutos de plantas de tomateiro, crescidas sob três doses de K (150, 225 e 300 kg ha ⁻¹), em condições de campo, de junho a novembro de 2006 em Seropédica, RJ.	60
Tabela 29. Número de nós, altura da planta e diâmetro do caule de plantas de tomateiro, crescidas sob duas razões N:K (1:1,5 e 1:2) na solução, em sistema de cultivo hidropônico, em sete épocas de avaliação, de junho a novembro de 2006.....	61
Tabela 30. Caracteres associados à produção e qualidade de frutos de plantas de tomateiro, crescidas sob duas razões N:K (1:1,5 e 1:2) na solução, em sistema de cultivo hidropônico, de junho a novembro de 2006 em Seropédica, RJ.	62
Tabela 31. Número de nós, altura da planta e diâmetro do caule de plantas de tomateiro, crescidas sob duas razões N:K (200:300 e 200:400, em kg ha ⁻¹) aplicadas ao substrato, em sistema de cultivo fertirrigado, em sete épocas de avaliação, de junho a novembro de 2006 em Seropédica, RJ.....	66
Tabela 32. Caracteres associados à produção e qualidade de frutos de plantas de tomateiro, crescidas sob duas razões N:K (200:300 e 200:400, em kg ha ⁻¹) aplicadas ao substrato, em sistema de cultivo fertirrigado, de junho a novembro de 2006 em Seropédica, RJ..	71
Tabela 33. Análise conjunta dos sistemas hidropônico, fertirrigado e campo, de caracteres associados à produção e qualidade de frutos de plantas de tomateiro; médias de duas razões N:K aplicadas, de junho a novembro de 2006 em Seropédica, RJ.	72

Tabela 34. Médias de temperatura máxima, mínima e umidade relativa do ar observadas para o tomateiro crescido em sistemas a campo e cultivo protegido nos meses de julho a novembro de 2006, de junho a novembro de 2006 em Seropédica, RJ..	73
Tabela 35. Adubos e dosagens utilizadas nos tratamentos para o cultivo de tomateiro hidropônico.	80
Tabela 36. Doses de nutrientes semanais, aplicadas por tratamento, para o tomateiro em sistema fertirrigado.	82
Tabela 37. Distribuição de macronutrientes em função do estágio de desenvolvimento do tomateiro	83
Tabela 38. Caracteres associados ao crescimento de quatro genótipos de tomateiro, crescidos sob duas razões N:K (1:1,5 e 1:2) na solução, em sistema de cultivo hidropônico, ao final do ciclo, de julho a novembro de 2007 em Seropédica, RJ..	85
Tabela 39. Caracteres associados à produção de frutos de quatro genótipos de tomateiro, crescidos sob duas razões N:K (1:1,5 e 1:2) na solução, em sistema de cultivo hidropônico, de julho a novembro de 2007 em Seropédica, RJ.	86
Tabela 40. Caracteres associados à qualidade de frutos de quatro genótipos de tomateiro, crescidos sob duas razões N:K (1:1,5 e 1:2) na solução, em sistema de cultivo hidropônico, de julho a novembro de 2007 em Seropédica, RJ.	87
Tabela 41. Caracteres associados ao crescimento de quatro genótipos de tomateiro, crescidos sob duas razões N:K (200:300 e 200:400, em kg ha ⁻¹) aplicadas ao substrato, em sistema de cultivo fertirrigado, ao final do ciclo, de julho a novembro de 2007 em Seropédica, RJ.	88
Tabela 42. Caracteres associados à produção de frutos de quatro genótipos de tomateiro, crescidos sob duas razões N:K (200:300 e 200:400, em kg ha ⁻¹) aplicadas ao substrato, em sistema de cultivo fertirrigado, de julho a novembro de 2007 em Seropédica, RJ...	89
Tabela 43. Caracteres associados à qualidade de frutos de quatro genótipos de tomateiro, crescidos sob duas razões N:K (200:300 e 200:400, em kg ha ⁻¹) aplicadas ao substrato, em sistema de cultivo fertirrigado, de julho a novembro de 2007 em Seropédica, RJ...	90
Tabela 44. Valores de quadrado médio da análise de variância de dados de crescimento de plantas de tomateiro crescidas em condições de campo, sob três doses de N e três doses de K, no estágio de floração, de setembro de 2005 a fevereiro de 2006, em Seropédica, RJ..	103
Tabela 45. Valores de quadrado médio da análise de variância de dados de crescimento de plantas de tomateiro crescidas em condições de campo, sob três doses de N e três doses de K, no estágio de início de frutificação, de setembro de 2005 a fevereiro de 2006, em Seropédica, RJ.	103
Tabela 46. Valores de quadrado médio da análise de variância de dados de produção e qualidade de frutos de plantas de tomateiro crescidas em condições de campo, sob três doses de N e três doses de K, de setembro de 2005 a fevereiro de 2006, em Seropédica, RJ.	104
Tabela 47. Valores de quadrado médio da análise de variância de dados de crescimento de plantas de tomateiro crescidas em hidroponia, sob quatro concentrações de N e K na solução, no estágio de floração, de setembro de 2005 a fevereiro de 2006, em Seropédica, RJ.	105
Tabela 48. Valores de quadrado médio da análise de variância de dados de crescimento de plantas de tomateiro crescidas em hidroponia, sob quatro concentrações de N e K na solução, no estágio de formação do primeiro cacho, de setembro de 2005 a fevereiro de 2006, em Seropédica, RJ.	105

Tabela 49. Valores de quadrado médio da análise de variância de dados de crescimento de plantas de tomateiro crescidas em hidroponia, sob quatro concentrações de N e K na solução, ao final do ciclo, de setembro de 2005 a fevereiro de 2006, em Seropédica, RJ.	105
Tabela 50. Valores de quadrado médio da análise de variância de dados de acumulação de nutrientes de plantas de tomateiro crescidas em hidroponia, sob quatro concentrações de N e K na solução, no estágio de floração, de setembro de 2005 a fevereiro de 2006, em Seropédica, RJ.	106
Tabela 51. Valores de quadrado médio da análise de variância de dados de acumulação de nutrientes de plantas de tomateiro crescidas em hidroponia, sob quatro concentrações de N e K na solução, no estágio de formação do primeiro cacho, de setembro de 2005 a fevereiro de 2006, em Seropédica, RJ.	107
Tabela 52. Valores de quadrado médio da análise de variância de dados de acumulação de nutrientes de plantas de tomateiro crescidas em hidroponia, sob quatro concentrações de N e K na solução, ao final do ciclo, de setembro de 2005 a fevereiro de 2006, em Seropédica, RJ.	108
Tabela 53. Valores de quadrado médio da análise de variância de dados de produção e qualidade de frutos de plantas de tomateiro crescidas em hidroponia, sob quatro concentrações de N e K na solução, de setembro de 2005 a fevereiro de 2006, em Seropédica, RJ.	109
Tabela 54. Teores (em mg g ⁻¹) e conteúdos (em mg planta ⁻¹) de nutrientes de plantas de tomateiro crescidas em hidroponia, sob quatro concentrações de N e K na solução, no estágio de floração, de setembro de 2005 a fevereiro de 2006, em Seropédica, RJ.	110
Tabela 55. Teores (em mg g ⁻¹) e conteúdos (em mg planta ⁻¹) de nutrientes de plantas de tomateiro crescidas em hidroponia, sob quatro concentrações de N e K na solução, no estágio de formação do primeiro cacho, de setembro de 2005 a fevereiro de 2006, em Seropédica, RJ.	111
Tabela 56. Teores (em mg g ⁻¹) e conteúdos (em mg planta ⁻¹) de nutrientes de plantas de tomateiro crescidas em hidroponia, sob quatro concentrações de N e K na solução, ao final do ciclo, de setembro de 2005 a fevereiro de 2006, em Seropédica, RJ.	112
Tabela 57. Valores de quadrado médio da análise de variância de dados de crescimento de plantas de tomateiro crescidas em fertirrigação, sob quatro doses de N e K aplicadas ao substrato, no estágio de floração, de setembro de 2005 a fevereiro de 2006, em Seropédica, RJ.	113
Tabela 58. Valores de quadrado médio da análise de variância de dados de crescimento de plantas de tomateiro crescidas em fertirrigação, sob quatro doses de N e K aplicadas ao substrato, no estágio de formação do primeiro cacho, de setembro de 2005 a fevereiro de 2006, em Seropédica, RJ.	113
Tabela 59. Valores de quadrado médio da análise de variância de dados de crescimento de plantas de tomateiro crescidas em fertirrigação, sob quatro doses de N e K aplicadas ao substrato, ao final do ciclo, de setembro de 2005 a fevereiro de 2006, em Seropédica, RJ.	113
Tabela 60. Valores de quadrado médio da análise de variância de dados de acumulação de nutrientes de plantas de tomateiro crescidas em fertirrigação, sob quatro doses de N e K aplicadas ao substrato, no estágio de floração, de setembro de 2005 a fevereiro de 2006, em Seropédica, RJ.	114
Tabela 61. Valores de quadrado médio da análise de variância de dados de acumulação de nutrientes de plantas de tomateiro crescidas em fertirrigação, sob quatro doses de N e K aplicadas ao substrato, no estágio de formação do primeiro cacho, de setembro de 2005 a fevereiro de 2006, em Seropédica, RJ.	115

Tabela 62. Valores de quadrado médio da análise de variância de dados de acumulação de nutrientes de plantas de tomateiro crescidas em fertirrigação, sob quatro doses de N e K aplicadas ao substrato, ao final do ciclo, de setembro de 2005 a fevereiro de 2006, em Seropédica, RJ.	116
Tabela 63. Valores de quadrado médio da análise de variância de dados de produção e qualidade de frutos de plantas de tomateiro crescidas em fertirrigação, sob quatro doses de N e K aplicadas ao substrato, de setembro de 2005 a fevereiro de 2006, em Seropédica, RJ.	117
Tabela 64. Teores (em mg g ⁻¹) e conteúdos (em mg planta ⁻¹) de nutrientes de plantas de tomateiro crescidas em fertirrigação, sob quatro doses de N e K (em kg ha ⁻¹) aplicadas ao substrato, no estágio de floração, de setembro de 2005 a fevereiro de 2006, em Seropédica, RJ.	118
Tabela 65. Teores (em mg g ⁻¹) e conteúdos (em mg planta ⁻¹) de nutrientes de plantas de tomateiro crescidas em fertirrigação, sob quatro doses de N e K (em kg ha ⁻¹) aplicadas ao substrato, no estágio de formação do primeiro cacho, de setembro de 2005 a fevereiro de 2006, em Seropédica, RJ.	119
Tabela 66. Teores (em mg g ⁻¹) e conteúdos (em mg planta ⁻¹) de nutrientes de plantas de tomateiro crescidas em fertirrigação, sob quatro doses de N e K (em kg ha ⁻¹) aplicadas ao substrato, ao final do ciclo, de setembro de 2005 a fevereiro de 2006, em Seropédica, RJ.	120
Tabela 67. Valores de quadrado médio da análise de variância conjunta de dados de produção e qualidade de frutos de plantas de tomateiro crescidas em três sistemas (hidroponia, fertirrigação e campo), sob quatro razões N e K aplicadas, de setembro de 2005 a fevereiro de 2006, em Seropédica, RJ.	120
Tabela 68. Valores de quadrado médio da análise de variância dos dados originais de crescimento de plantas de tomateiro crescidas em condições de campo, sob três doses de K, em seis épocas de avaliação, de junho a novembro de 2006 em Seropédica, RJ. ...	121
Tabela 69. Valores de quadrado médio da análise de variância dos dados transformados em logaritmo natural de crescimento de plantas de tomateiro crescidas em condições de campo, sob três doses de K, em seis épocas de avaliação,.....	121
Tabela 70. Valores de quadrado médio da análise de variância de dados de acumulação de nutrientes de plantas de tomateiro crescidas em condições de campo, sob três doses de K, em seis épocas de avaliação; teores em valores originais, conteúdos em valores transformados em logaritmo natural, de junho a novembro de 2006 em Seropédica, RJ.	122
Tabela 71. Valores de quadrado médio da análise de variância de dados de acumulação de nutrientes em frutos de plantas de tomateiro crescidas em condições de campo, sob três doses de K, em cinco épocas de avaliação; teores em valores originais, conteúdos em valores transformados em logaritmo natural, de junho a novembro de 2006 em Seropédica, RJ.	123
Tabela 72. Valores de quadrado médio da análise de variância de dados de produção e qualidade de frutos de plantas de tomateiro crescidas em condições de campo, sob três doses de K, de junho a novembro de 2006 em Seropédica, RJ.	123
Tabela 73. Valores de quadrado médio da análise de variância dos dados originais de crescimento de plantas de tomateiro crescidas em hidroponia, sob duas doses de K, em sete épocas de avaliação, de junho a novembro de 2006 em Seropédica, RJ.	124

Tabela 74. Valores de quadrado médio da análise de variância dos dados transformados em logaritmo natural de crescimento de plantas de tomateiro crescidas em hidroponia, sob duas doses de K, em sete épocas de avaliação, de junho a novembro de 2006 em Seropédica, RJ.....	124
Tabela 75. Valores de quadrado médio da análise de variância de dados de acumulação de nutrientes de plantas de tomateiro crescidas em hidroponia, sob doses de K, em sete épocas de avaliação; teores em valores originais, conteúdos em valores transformados em logaritmo natural, de junho a novembro de 2006 em Seropédica, RJ.....	125
Tabela 76. Valores de quadrado médio da análise de variância de dados de acumulação de nutrientes em frutos de plantas de tomateiro crescidas em hidroponia, sob duas doses de K, em seis épocas de avaliação; teores em valores originais, conteúdos em valores transformados em logaritmo natural, de junho a novembro de 2006 em Seropédica, RJ.	126
Tabela 77. Valores de quadrado médio da análise de variância de dados de produção e qualidade de frutos de plantas de tomateiro crescidas em hidroponia, sob duas doses de K, de junho a novembro de 2006 em Seropédica, RJ.....	126
Tabela 78. Valores de quadrado médio da análise de variância dos dados originais de crescimento de plantas de tomateiro crescidas em fertirrigação, sob duas doses de K, em sete épocas de avaliação, de junho a novembro de 2006 em Seropédica, RJ.	127
Tabela 79. Valores de quadrado médio da análise de variância dos dados transformados em logaritmo natural de crescimento de plantas de tomateiro crescidas em fertirrigação, sob duas doses de K, em sete épocas de avaliação, de junho a novembro de 2006 em Seropédica, RJ.	127
Tabela 80. Valores de quadrado médio da análise de variância de dados de acumulação de nutrientes de plantas de tomateiro crescidas em fertirrigação, sob doses de K, em sete épocas de avaliação; teores em valores originais, conteúdos em valores transformados em logaritmo natural, de junho a novembro de 2006 em Seropédica, RJ.....	128
Tabela 81. Valores de quadrado médio da análise de variância de dados de acumulação de nutrientes em frutos de plantas de tomateiro crescidas em fertirrigação, sob duas doses de K, em seis épocas de avaliação; teores em valores originais, conteúdos em valores transformados em logaritmo natural, de junho a novembro de 2006 em Seropédica, RJ.	129
Tabela 82. Valores de quadrado médio da análise de variância de dados de produção e qualidade de frutos de plantas de tomateiro crescidas em fertirrigação, sob duas doses de K, de junho a novembro de 2006 em Seropédica, RJ.....	129
Tabela 83. Valores de quadrado médio da análise de variância de dados de crescimento, produção e qualidade de frutos de quatro genótipos de tomateiro crescidos em hidroponia, sob duas razões N e K na solução, de julho a novembro de 2007 em Seropédica, RJ..	130
Tabela 84. Valores de quadrado médio da análise de variância de dados de crescimento, produção e qualidade de frutos de quatro genótipos de tomateiro crescidos em fertirrigação, sob duas razões N e K aplicadas ao substrato. Valores de quadrado médio da análise de variância dos dados originais de crescimento de plantas de tomateiro crescidas em fertirrigação, sob duas doses de K, em sete épocas de avaliação, de julho a novembro de 2007 em Seropédica, RJ.....	131

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Disposição das parcelas experimentais no sistema de cultivo a campo; $N_1=100$, $N_2=150$ e $N_3=200$ kg N ha^{-1} e $K_1=150$, $K_2=200$ e $K_3=250$ kg K ha^{-1} (coleta 1 = 2 plantas coleta ⁻¹ e coleta 2 = 4 plantas coleta ⁻¹).....	20
Figura 2. Disposição das parcelas experimentais no cultivo hidropônico.....	22
Figura 3. Disposição das parcelas experimentais na área de cultivo fertirrigado.....	24
Figura 4. Disposição das parcelas experimentais na área de cultivo de campo.....	48
Figura 5. Disposição das parcelas experimentais no cultivo hidropônico.....	50
Figura 6. Disposição das parcelas experimentais na área de cultivo fertirrigado.....	52
Figura 7. Massa de parte aérea e taxa de crescimento absoluto de plantas de tomateiro crescidas sob três doses aplicadas de K (150, 225 e 300 kg ha^{-1}), em condições de campo, em seis épocas de avaliação; símbolos indicam as médias experimentais, e as linhas o modelo de Gompertz ajustado aos dados.....	56
Figura 8. Conteúdo de N e K na parte aérea, e taxas de acumulação absoluta destes nutrientes, de plantas de tomateiro crescidas sob três doses aplicadas de K (150, 225 e 300 kg ha^{-1}), em condições de campo, em seis épocas de avaliação; quadrados indicam as médias experimentais, e as linhas o modelo de Gompertz ajustado aos dados.....	58
Figura 9. Conteúdo de P, Ca e Mg na parte aérea, e taxas de acumulação absoluta destes nutrientes, de plantas de tomateiro crescidas sob três doses aplicadas de K (150, 225 e 300 kg ha^{-1}), em condições de campo, em seis épocas de avaliação; quadrados indicam as médias experimentais, e as linhas o modelo de Gompertz ajustado aos dados.....	60
Figura 10. Massa de parte aérea e taxa de crescimento absoluto de plantas de tomateiro, crescidas sob duas razões N:K (1:1,5 e 1:2) na solução, em sistema de cultivo hidropônico, em sete épocas de avaliação; quadrados indicam as médias experimentais, e as linhas o modelo de Gompertz ajustado aos dados.....	62
Figura 11. Conteúdo de N e K na parte aérea, e taxas de acumulação absoluta destes nutrientes, de plantas de tomateiro, crescidas sob duas razões N:K (1:1,5 e 1:2) na solução, em sistema de cultivo hidropônico, em sete épocas de avaliação; quadrados indicam as médias experimentais, e as linhas o modelo de Gompertz ajustado aos dados.....	64
Figura 12. Conteúdo de P, Ca e Mg na parte aérea, e taxas de acumulação absoluta destes nutrientes, de plantas de tomateiro crescidas sob duas razões N:K (1:1,5 e 1:2) na solução, em sistema de cultivo hidropônico, em sete épocas de avaliação; quadrados indicam as médias experimentais, e as linhas o modelo de Gompertz ajustado aos dados.....	65
Figura 13. Massa de parte aérea e taxa de crescimento absoluto de plantas de tomateiro, crescidas sob duas razões N:K (200:300 e 200:400, em kg ha^{-1}) aplicadas ao substrato, em sistema de cultivo fertirrigado, em sete épocas de avaliação; quadrados indicam as médias experimentais, e as linhas o modelo de Gompertz ajustado aos dados.....	67
Figura 14. Conteúdo de N e K na parte aérea, e taxas de acumulação absoluta destes nutrientes, de plantas de tomateiro, crescidas sob duas razões N:K (200:300 e 200:400, em kg ha^{-1}) aplicadas ao substrato, em sistema de cultivo fertirrigado, em sete épocas de avaliação; quadrados indicam as médias experimentais, e as linhas o modelo de Gompertz ajustado aos dados.....	68

Figura 15. Conteúdo de P, Ca e Mg na parte aérea, e taxas de acumulação absoluta destes nutrientes, de plantas de tomateiro crescidas sob duas razões N:K (200:300 e 200:400, em kg ha ⁻¹) aplicadas ao substrato, em sistema de cultivo fertirrigado, em sete épocas de avaliação; quadrados indicam as médias experimentais, e as linhas o modelo de Gompertz ajustado aos dados.	70
Figura 16. Disposição das parcelas experimentais na área de cultivo hidropônico.	80
Figura 17. Disposição das parcelas experimentais na área de cultivo fertirrigado.	82
Figura 18. Produção de frutos comerciais e concentração de sólidos solúveis totais (°Brix) nos frutos, de quatro cultivares de tomateiro em cultivo hidropônico e cultivo fertirrigado (médias de duas doses de K); asteriscos indicam diferença significativa entre experimentos pelo teste de Duncan, P<0,05.....	92

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. A Cultura do Tomateiro	3
2.2. Fatores Ambientais	4
2.3. Nutrição Mineral	4
2.3.1. Funções do nitrogênio.....	6
2.3.2. Funções do potássio.....	8
2.4. Variáveis Relevantes Quanto ao Cultivo do Tomateiro.....	8
2.5. Adubação do Tomateiro.....	10
3. CAPÍTULO I: INFLUÊNCIA DE DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO NO CRESCIMENTO, CONTEÚDO NUTRICIONAL, PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS DE TOMATEIRO A CAMPO, EM HIDROPONIA E EM FERTIRRIGAÇÃO	13
4. RESUMO	14
5. ABSTRACT	15
6. INTRODUÇÃO	16
7. MATERIAL E MÉTODOS.....	17
7.1. Área Experimental.....	17
7.2. Implantação dos Experimentos.....	17
7.3. Sistema a Campo	18
7.4. Sistema Hidropônico.....	20
7.5. Sistema Fertirrigado.....	23
7.6. Manejo Agronômico	25
7.7. Determinações Experimentais	25
7.8. Análises Estatísticas.....	27
8. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
8.1. Cultivo a Campo.....	28
8.2. Cultivo Hidropônico	31
8.3. Cultivo Fertirrigado	35
8.4. Análise Conjunta dos Sistemas	39
9. CONCLUSÕES	41
10. CAPÍTULO II: ACUMULAÇÃO DE BIOMASSA E MACRONUTRIENTES, PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS DE TOMATEIRO CULTIVADO A CAMPO, HIDROPONIA E FERTIRRIGAÇÃO SOB DIFERENTES DOSES DE POTÁSSIO.....	42
11. RESUMO	43
12. ABSTRACT	44
13. INTRODUÇÃO	45
14. MATERIAL E MÉTODOS.....	46
14.1. Área Experimental	46
14.2. Implantação dos Experimentos.....	46
14.3. Sistema a Campo	46
14.4. Sistema Hidropônico.....	48
14.5. Sistema Fertirrigado.....	50
14.6. Manejo Agronômico	52
14.7. Determinações Experimentais	53
14.8. Análises Estatísticas.....	54
15. RESULTADOS E DISCUSSÃO	55
15.1. Cultivo a Campo.....	55
15.2. Cultivo Hidropônico	61

15.3. Cultivo Fertirrigado	66
15.4. Análise Conjunta dos Sistemas.....	72
16. CONCLUSÕES	74
17. CAPÍTULO III: PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS DE QUATRO CULTIVARES DE TOMATEIRO EM SISTEMAS HIDROPÔNICO E FERTIRRIGADO SOB DUAS DOSES DE POTÁSSIO.....	75
18. RESUMO	76
19. ABSTRACT	77
20. INTRODUÇÃO	78
21. MATERIAL E MÉTODOS.....	79
21.1. Implantação dos Experimentos.....	79
21.2. Sistema Hidropônico.....	79
21.3. Sistema Fertirrigado.....	81
21.4. Manejo Agronômico	83
21.5. Determinações Experimentais	83
21.6. Análises Estatísticas.....	84
22. RESULTADOS E DISCUSSÃO	85
22.1. Sistema Hidropônico.....	85
22.2. Sistema Fertirrigado.....	87
22.3. Análise Conjunta dos Sistemas.....	90
23. CONCLUSÕES	93
24. CONCLUSÕES GERAIS.....	94
25. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	95
26. ANEXOS.....	103

1. INTRODUÇÃO GERAL

No Brasil, o tomateiro constitui uma das hortaliças de fruto mais importantes comercialmente, com uma produção anual de 3,2 milhões de toneladas, numa área plantada em torno de 63.000 ha e produtividade média de 54 Mg ha⁻¹ (Agrianual, 2008). A produção desta hortaliça no Estado do Rio de Janeiro vem aumentando gradativamente, com variação de 157.403 Mg em 1994 para 191.223 Mg em 2002 (IBGE, 2007). No entanto, incrementos em termos de produção, tanto de ordem quantitativa quanto qualitativa, poderiam ser maiores, caso fossem solucionados problemas como a baixa tecnologia agrônômica empregada, a falta de assistência técnica, a utilização de cultivares ou híbridos adaptados, a implantação de uma melhor política de comercialização, a capacitação da mão-de-obra e, principalmente, a implantação de um programa de manejo nutricional apropriado às variáveis intrínsecas ao sistema de cultivo (Silva et al., 2003).

Um fator relevante para o aumento da produção comercial do tomateiro é o emprego do cultivo em ambiente protegido, técnica que vem se expandido em diversas partes do mundo. Ganhos em produção são obtidos por um melhor controle das condições edafoclimáticas, minimizando efeitos negativos ocasionados por variações bruscas de temperatura e umidade relativa, assim como excessiva irradiância (Carvalho et al., 2004). Segundo Castilla (2005), produtividades da ordem de 90 Mg ha⁻¹ a 140 Mg ha⁻¹ são verificadas em cultivos protegidos. Estas altas produtividades são obtidas pelo uso de tecnologias eficientes de aplicação de nutrientes como a fertirrigação e a hidroponia, associadas às técnicas de controle ambiental. A partir do uso de sistemas de aplicação de fertilizantes solúveis, aumenta-se a eficiência na absorção dos nutrientes para a cultura, a partir de uma maior homogeneidade na distribuição dos mesmos ao longo do sistema radicular da planta (Castilla, 2005; Andriolo, 2002).

Um adequado conhecimento das exigências nutricionais do tomateiro em cada estágio de crescimento é de extrema importância para o manejo da adubação durante o ciclo da cultura (Minami & Haag, 1989). Fontes & Guimarães (1999) destacam que estudos para estabelecer critérios técnicos para manejo da adubação na produção comercial do tomateiro são precários no Brasil, e que parâmetros como doses econômicas e formas de aplicação são fundamentais para um ganho em produção e qualidade de frutos deste cultivo. Um dos primeiros trabalhos sobre a marcha de absorção dos nutrientes para a cultura do tomateiro foi realizado por Gargantini & Blanco (1963), utilizando a cultivar Santa Cruz-1639, conduzida em ambiente protegido. Este estudo mostrou que o nutriente absorvido em maior quantidade pelo tomateiro é o K, seguido pelo N, Ca, S, P e Mg, e que as taxas de absorção de N, K, Mg e S alcançaram valores máximos no período de 100 a 120 dias após a germinação, enquanto que o Ca e o P foram absorvidos durante todo o ciclo da cultura. Para se quantificar os ritmos de acúmulo de biomassa e de nutrientes em uma planta, a análise de crescimento vegetal tem se mostrado uma ferramenta promissora (Araújo, 2000). Com isso, a análise das características de crescimento vegetal pode ser usada para se estimar a produtividade biológica ou primária, assim como pode expressar as condições morfofisiológicas da planta em intervalos de tempo (Nieuwhof et al., 1991).

Do ponto de vista nutricional a utilização de doses equilibradas de N e K durante os estágios de crescimento da cultura do tomateiro vem sendo enfocada a fim de se buscar acréscimos em produção e qualidade de frutos por produtores brasileiros de tomate (Alvarenga, 2004). Pode-se destacar que a deficiência de N afeta o crescimento do tomateiro, reduzindo a formação de folhas, a taxa fotossintética, o número de frutos, assim como a biomassa e produção (Andriolo, 1999). Por outro lado, excessos na aplicação de N no cultivo do tomateiro podem resultar no aumento da altura das plantas, na área foliar e no

prolongamento do estágio vegetativo da cultura (Fontes & Silva, 2002). Já o K assume extrema importância para a regulação osmótica celular, estando relacionado com a abertura e fechamento estomático, assim como com o transporte de carboidratos (Epstein & Bloom, 2006). Carvalho et al. (2004) afirmam que plantas de tomateiro deficientes em K apresentam clorose internerval, folhas com coloração verde mais escura, pecíolos menores e mais rígidos, internódios mais curtos e finos, além de redução no número, na massa fresca unitária e na produção de frutos. Castellane (1982) destaca que a adubação com K pode aumentar a produção do tomateiro em até 30 %, por outro lado, a deficiência deste elemento pode reduzir o peso médio, o tamanho e a concentração de sólidos solúveis totais nos frutos.

Montoya et al. (2002) afirmam que a qualidade dos frutos de tomate para consumo in natura é função da aparência externa, determinada por atributos como a cor, tamanho, forma, firmeza e ausência de defeitos. Já Carvalho et al. (2005) destacam que os parâmetros como percentual de sólidos solúveis totais, acidez titulável, pH de polpa e sabor, apesar de não serem amplamente utilizados como critérios qualitativos na produção de frutos in natura, são fatores de extrema importância para a obtenção de uma maior qualidade nos frutos de tomateiro.

Castilla (2001) ressalta que não somente a demanda de N e K é fundamental para a obtenção de frutos com qualidade comercial, mas a manutenção de uma relação N:K de 1:2 na fase de reprodutiva do tomateiro favorece a produção de frutos comerciais, por aumentar o tamanho, a firmeza e o sabor dos frutos. Já Carvalho et al. (2004) afirmam que, para a obtenção de frutos de tomateiro com um adequado conjunto de características químicas (as quais englobam tamanho, formato, firmeza, uniformidade, sabor e teores de sólidos solúveis), a relação N:K no momento do transplante deve ser de 1:1, aumentando-se para 1:2 na floração e para 1:3 na formação do primeiro cacho, mantendo-se assim até o final do ciclo da cultura.

O presente trabalho teve como hipótese a verificação da existência de ritmos diferenciados de acumulação de N e K entre as fases vegetativa e reprodutiva do tomateiro, e se estes ritmos de acumulação são modificados por diferentes razões entre o N e o K fornecidos ao cultivo.

O objetivo geral deste trabalho foi avaliar o crescimento, a acumulação de biomassa e de nutrientes nos estádios vegetativos e reprodutivos e a produção e qualidade de frutos de três cultivares e dois híbridos de tomateiro conduzidos em três sistemas de cultivos (campo, hidropônico e fertirrigado). Os objetivos específicos foram no capítulo I, verificar a influência de diferentes doses de N e K no crescimento, produção e qualidade de frutos da cultivar de tomateiro híbrido Saladinha, em sistemas de cultivos a campo, hidropônico e fertirrigado; no capítulo II, avaliar, através da análise de crescimento, o acúmulo de biomassa e macronutrientes na parte aérea, assim como a produção e a qualidade de frutos do tomateiro híbrido Saladinha, sob diferentes doses de K e diferentes sistemas de cultivo; no capítulo III, avaliar a produção e qualidade de frutos de quatro cultivares de tomateiro (grupos cereja, italiano e salada) em sistemas de cultivo hidropônico e fertirrigado, sob duas doses de K.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A Cultura do Tomateiro

O tomateiro é originário da América do Sul, mais especificamente entre o Equador e o norte do Chile, encontrando-se muitas espécies desde o litoral do Pacífico até uma altitude de 2.000 m nos Andes, sendo, portanto uma planta de clima tropical de altitude que se adapta a quase todos os tipos de climas, porém não tolerando temperaturas extremas (Goto, 1995). A espécie cultivada *Solanum lycopersicum* originou-se da espécie andina e silvestre *Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme* (Taylor, 1986).

O tomateiro pertence à família botânica Solanaceae e ao gênero *Solanum*, sendo este gênero constituído por nove espécies (Taylor, 1986). A espécie cultivada é uma planta herbácea, com folhas pecioladas, compostas e com número ímpar de folíolos, com caule flexível com abundância em brotações laterais (Filgueira, 2000). O gênero *Lycopersicon* pode ser dividido em dois complexos: o *esculentum*, que engloba: *Solanum lycopersicum*, *L. pimpinelifolium* (just.) Miller, *L. cheesmani* Riley, *L. hirsutum* Humb. & Bonpl., *L. pennellii* (Corr) D' Arcy., *L. chmielewskii* Rick, Kes., Fob & Holle, *L. parviflorum* Rick, Kes., Fob & Holle e o complexo *peruvianum*, composto de duas espécies: *Lycopersicon peruvianum* (L) Miller e *L. chilense* Dun. Por outro lado, existem classificações para fins comerciais fundamentadas em características do fruto e hábito de crescimento das plantas, conforme descrito na tabela 1.

Tabela 1. Classificação de tomateiro para fins comerciais.

Grupo	Razão comprimento/diâmetro equatorial	Nº de lóculos	Hábito de crescimento
Caqui	< 0,9	5-10	Indeterminado
Salada/Saladinha	>0,9 e <1,0	5-10	Indeterminado
Santa Cruz	>1,0 e <1,15	2-3	Indeterminado
Italiano	> 1,15	2	Determinado
Cereja	Diâmetro equatorial < 39 mm	2	Indeterminado

Fonte: Alvarenga (2004).

No mundo, o tomateiro é a segunda hortaliça cultivada, sendo apenas superada pela batata. No Brasil, o tomateiro foi introduzido por imigrantes europeus no fim do século XIX (Cançado Júnior et al., 2003). Desde então, o seu cultivo consolidou-se, tornando-se a hortaliça de fruto mais importante do Brasil, a ponto de ocupar o primeiro lugar em valor e volume de produção (Schmidt, 2000).

Com uma produção anual de cerca de 3,04 milhões de toneladas, numa área em torno de 63.000 ha, o Brasil é o oitavo maior produtor mundial e o décimo primeiro em termos de produtividade, com cerca de 54,0 Mg ha⁻¹. Considerando-se o panorama nacional, Goiás é o maior produtor, com área de 10,27 ha e produção de 721.52 toneladas (produtividade igual a 70,23 Mg ha⁻¹), em seguida, Minas Gerais com uma área de 10.24 ha e 626.580 toneladas (61,16 Mg ha⁻¹), São Paulo com 10.290 ha de área e 625.63 toneladas (60,79 Mg ha⁻¹), Bahia (35,38 Mg ha⁻¹) e o Estado do Rio de Janeiro, que ocupa a quarta posição, segundo dados do IBGE (2007). A produtividade do Rio de Janeiro está acima da média nacional, com uma área de 2.694 ha e produção de 191.222 toneladas (70,98 Mg ha⁻¹). A produção de tomate no Rio de Janeiro, principalmente para consumo *in natura*, tem grande potencial para expandir-se, tendo em vista a proximidade dos grandes centros consumidores (Silva et al., 2003).

2.2. Fatores Ambientais

Os fatores do meio ambiente que mais influenciam a composição e qualidade da parte aérea e dos frutos de tomate são luminosidade, temperatura, umidade relativa e disponibilidade de nutrientes (Sampaio & Fontes, 1998).

O tomateiro adapta-se melhor a climas mais amenos, com variação de temperaturas diurnas de 27 ± 4 °C e 18 ± 2 °C para as noturnas. Considera-se que esta variação é ideal, sendo um fator preponderante na obtenção de maiores produções (Moraes, 1997). É uma hortaliça que não é tolerante a variações extremas de temperatura, sendo que algumas cultivares exibem um grau de tolerância maior a temperaturas mais elevadas. Porém, quando exposto a baixas temperaturas, o tomateiro tem seu comportamento afetado quanto ao crescimento e desenvolvimento, ocorrendo encurtamento dos entrenós, diminuição do porte da planta, inibição da formação de frutos e, conseqüentemente, uma colheita tardia (Filgueira, 2008). Por outro lado, a exposição a temperaturas noturnas elevadas, acima de 32 °C, causa abortamentos de flores, mau desenvolvimento dos frutos e formação de frutos ocos, além da produção de pólen ser afetada, com influência direta na polinização e, conseqüentemente, na produtividade segundo Silva & Giordano (2000).

A umidade relativa do ar é um fator preponderante no cultivo do tomateiro. Segundo Moraes (1997), a faixa de umidade relativa favorável situa-se em torno de 60 a 70 %, onde ocorre um maior controle de doenças fúngicas, como requeima e septoriose. As flutuações de umidade, aliadas às variações bruscas na temperatura e desequilíbrios nutricionais associados (cálcio, por exemplo) podem favorecer o aparecimento de distúrbios fisiológicos como: a morte de meristema apical; podridão apical dos frutos; bifurcação do rácimo; abortamento de flores; frutos rachados e defeituosos; branqueamento ou escurecimento dos frutos; maturação irregular dos frutos; lóculo aberto e rachadura do caule (Carvalho et al., 2004).

2.3. Nutrição Mineral

Os nutrientes minerais são elementos obtidos na forma de íons inorgânicos da solução do solo e de soluções nutritivas. A produtividade da maioria das culturas agrícolas aumenta linearmente com a quantidade de nutrientes que absorvem até a faixa de consumo de luxo (Taiz & Zeiger, 2004). Porém, a taxa de crescimento ou de produção é função da concentração mínima dos elementos minerais no sistema planta-solo ou planta-solução nutritiva (Adams, 2008).

As formas iônicas dos nutrientes absorvidas pelas plantas são: nitrogênio (NO_3^- e NH_4^+), fósforo (H_2PO_4^- , HPO_4^{2-}), potássio (K^+), cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), enxofre (SO_4^{2-}), boro (H_2BO_3^-), cobre (Cu^{2+}), ferro (Fe^{2+}), manganês (Mn^{2+}), molibdênio (MoO_4^{4-}), zinco (Zn^{2+}), níquel (Ni^{2+}) e cloro (Cl). Carbono (C), hidrogênio (H) e oxigênio (O) são incorporados ao metabolismo vegetal através do processo fotossintético a partir da água e do CO_2 atmosférico. Uma vez incorporados aos tecidos das plantas, os nutrientes minerais tornam-se componentes de moléculas estruturais ou ativadores de enzimas ou reguladores do grau de hidratação do protoplasma e, por extensão, da atividade biológica de proteínas (Taiz & Zeiger, 2004).

A proporção dos elementos minerais requerida pelas plantas pode ser fortemente determinada pela espécie, pelo estágio de desenvolvimento ou pelo órgão da planta. Entretanto, para a planta atingir um metabolismo balanceado, uma alta produção de matéria seca e desenvolvimento adequado existem dois fatores primordiais: quantidades suficientes e proporções balanceadas de nutrientes (Larcher, 2000). Quando o suprimento de nutrientes

para as plantas é inadequado, desenvolvem-se desordens fisiológicas manifestadas por sintomas característicos de deficiência ou toxidez. Estes sintomas dependem das funções do nutriente e de sua capacidade de movimentação no floema e xilema (Larcher, 2000).

Epstein & Bloom (2006) classificam os nutrientes em três grupos distintos, de acordo com a redistribuição no interior das plantas: os móveis (NO_3^- , NH_4^+ , P, K e Mg), os de mobilidade moderada (S, Mn, Fe, Zn, Cu e Mo) e os imóveis (Ca e B). A imobilidade de um nutriente na planta está associada à sua falta de mobilidade no floema, impedindo a sua remobilização. Se um elemento essencial é móvel, sintomas de deficiência tendem a aparecer primeiro em folhas mais velhas devido à remobilização. Por outro lado, se a deficiência é de um elemento imóvel, a manifestação dos sintomas de deficiência será em folhas novas. Os elementos como o N, P e K podem prontamente mover-se de folha para folha, sendo redistribuídos no interior da planta. Entretanto, B, Fe e Ca são relativamente imóveis na maioria das espécies vegetais e seus sintomas de deficiência são diagnosticados em órgãos jovens (Taiz & Zeiger, 2004).

Em cultivo protegido, devido à possibilidade de oscilações desfavoráveis na temperatura e umidade relativa do ar e, conseqüentemente, diminuição das taxas transpiratórias (diferença mínima entre a pressão de vapor do ambiente e do mesófilo foliar), os sintomas de deficiência de Ca em tomateiro podem se expressar de forma acentuada (Rodrigues, 2002). O Ca tem sua mobilidade muito reduzida no floema e variações edafoclimáticas podem favorecer transporte via xilema deste elemento é dependente do fluxo transpiratório na planta, e mesmo em concentrações adequadas no solo ou em solução nutritiva, com um fluxo transpiratório reduzido, pode-se observar deficiência deste elemento (Taiz & Zeiger, 2004). Convém ressaltar que o Ca é um elemento de extrema importância para a síntese de paredes celulares, integridade das membranas celulares, entre outras funções, sendo primordial para a produção de hortaliças de fruto como o tomateiro (Marschner, 1995).

Um dos primeiros trabalhos visando o conhecimento da marcha de absorção dos nutrientes para a cultura do tomateiro foi realizado por Gargantini & Blanco (1963), utilizando a cultivar Santa Cruz-1639, conduzida em ambiente protegido. Este estudo mostrou que o nutriente absorvido em maior quantidade pelo tomateiro é o K, seguido pelo N, Ca, S, P e Mg. Os autores verificaram que os conteúdos de N, K, Mg e S alcançaram valores máximos no período de 100 a 120 dias após a germinação, enquanto que o Ca e o P foram absorvidos durante todo o ciclo da cultura. No entanto, Fayad et al. (2002) chegaram a resultados diferentes quanto à exigência quantitativa de nutrientes pelo tomateiro, que decresceu do N, K, Ca, S, P, Mg, Cu, Mn, Fe até o Zn.

O tomateiro é uma das hortaliças mais exigentes quanto à adubação, apresentando demandas nutricionais diferenciadas com os estádios de desenvolvimento, com o ciclo de cultivo (curto, médio e longo), com o genótipo e com a época do ano segundo Silva & Giordano (2000). Os teores de nutrientes nos diversos órgãos da planta apresentam grande variação e dependem da atividade metabólica e fisiológica da planta de acordo com Minami & Haag (1989). Alpi & Tognoni (1999) destacam que os valores críticos apresentados na massa seca de tomateiro cultivados em ambiente de cultivo protegido são de 1,3 a 6 % de N, 0,6 a 1,2 % de P, 4,0 a 6,0 % de K, 1,2 a 2,1 % de Ca e 0,2 a 0,4 % de Mg. Mills & Jones (1996) destacam que os teores de macronutrientes, contidos na massa seca da folha devem variar entre: 3,2 a 4,0 % para o N, 0,5 a 0,8 % para P, 4,0 a 5,0 % para K, 2,2 a 4 % para Ca e 0,3 a 0,8 % para Mg. Valores abaixo ou acima destes determinam deficiência e toxidez no tomateiro, respectivamente.

Em cultivo em ambiente protegido, os teores adequados dos macronutrientes podem ser divididos nos estádios vegetativos e reprodutivos. Para o estágio vegetativo, os teores de N, P, K, Ca, Mg e S situam-se em 4,5-5,0; 0,5-0,8; 3,5-5,0; 0,9-2,0; 0,5-1,0; 0,3-0,8, respectivamente. Já para o estágio reprodutivo, situam-se em 3,5-4,0; 0,4-0,6; 3,0-4,0; 1,0-2,0;

0,4-1,0; 0,3-0,8, respectivamente (Faulkner, 1993). Furlani et al. (1999) destaca que a relação de teores foliares de N, P, Ca, Mg e S em relação ao K deve estar próxima a 1,25; 0,15; 0,75; 0,15 e 0,16, respectivamente para tomateiro.

O transplântio do tomateiro para o campo ou ambiente protegido tem sido realizado entre 22 e 35 dias após a sementeira. Porém a acumulação de massa seca é relativamente pequena até 40 dias após o transplante. Após esse período, ocorre grande acúmulo de massa seca até os 90 dias. A taxa de absorção de nutrientes, de modo geral, acompanha o acúmulo de massa seca, e aumenta com o surgimento das primeiras flores. A partir desse estágio, a absorção atinge valores máximos nas fases de pegamento e crescimento dos frutos, voltando a decrescer durante a maturação dos frutos segundo Silva & Giordano (2000). Até a fase de crescimento dos frutos, as folhas são os órgãos da planta com a maior massa e concentração de nutrientes. A partir de então, alguns nutrientes, como N, K e P são remobilizados para os frutos. Pode-se afirmar então, que os frutos são grandes drenos de nutrientes e fotoassimilados para a cultura do tomateiro e, que no estágio reprodutivo, o manejo nutricional é um fator determinante para a produtividade e qualidade da cultura.

Fayad et al. (2002), cultivando dois híbridos de tomateiro, constatou que a máxima absorção diária dos nutrientes coincide com o período inicial da frutificação. Neste período ocorre o estabelecimento de uma força mobilizadora de nutrientes e fotoassimilados. Outros trabalhos têm mostrado que a qualidade de tomates cultivados depende diretamente da adequação da adubação empregada às fases de desenvolvimento da cultura (Carvalho et al., 2004; Adams, 1994) e que a partir da maturação dos primeiros frutos, observa-se o início do período crítico da cultura quanto ao fornecimento de nutrientes e água (Goto et al., 2001).

Na época de enchimento de frutos, quando as taxas de transpiração são muito baixas ou muito elevadas, há um aumento da probabilidade de aparecimento de distúrbios fisiológicos, tais como a podridão apical. Por outro lado, Lopes & Ávila (2005) afirmam que a podridão apical pode também ser desencadeada por outros fatores ligados à absorção de nutrientes na rizosfera, como a insuficiência temporária de água, salinidade excessiva do solo e danos físicos ocasionados às raízes por ataque severo de nematóides. A adubação excessiva de N também favorece o aparecimento do distúrbio devido ao aumento excessivo de área foliar e, conseqüentemente, maior destinação de cálcio para as folhas que são os principais locais de transpiração (Guimarães, 1998).

Nuez (2001) afirma que não há uma solução nutritiva universal para o cultivo do tomateiro, e as recomendações devem ser correlacionadas com as condições ambientais, o tipo de cultivo e as características da variedade utilizada, entretanto o autor destaca que de modo geral, os níveis de uma solução nutritiva para o tomateiro podem ser de 12,0 mmol L⁻¹ de NO₃⁻, 0,5 mmol L⁻¹ de NH₄⁺, 1,5 mmol L⁻¹ de P, 7,0 mmol L⁻¹ de K, 4,0 mmol L⁻¹ de Ca e 2,0 mmol L⁻¹ de Mg.

O uso racional de adubos, além de reduzir custos e garantir qualidade da produção, minimiza a contaminação do ambiente e suas conseqüências como a eutrofização de águas superficiais e subterrâneas e o acúmulo de elevados teores de nitrato nos lençóis freáticos e plantas (Goto & Tivelli, 1998). Atualmente, há uma tendência à redução do uso de fertilizantes nos cultivos comerciais de tomateiro, especialmente em ambientes tropicais e nas estações mais quentes do ano (Furlani et al., 1999).

2.3.1. Funções do nitrogênio

O N é absorvido fundamentalmente na forma de NO₃⁻ e NH₄⁺. A forma com que é absorvido não é indiferente, uma vez que o íon NH₄⁺ reduz a absorção de outros cátions (Ca e Mg). A absorção inicial do N pela planta se dá a forma de NO₃⁻ e NH₄⁺, entretanto a forma oxidada do N deve sofrer redução para a entrada no metabolismo vegetal, sendo por isso,

necessária a redução do NO_3^- a NH_4^+ , processo este que ocorre tanto nas folhas como nas raízes. No caso do tomateiro, a maior parte do nitrato é reduzida nas folhas a amônio (Castro et al., 2005).

Segundo Castro et al. (2005), um dos aspectos mais relevantes na função metabólica do N é seu caráter de componente estrutural em proteínas, purinas, pirimidinas e muitas coenzimas. O fornecimento de N de forma inadequada tem, portanto uma influência negativa e imediata no metabolismo de uma planta. Este mesmo autor destaca que os compostos nitrogenados participam do transporte de micronutrientes a longa distância (Mn e Cu, por exemplo). Em condições de estresse hídrico, osmótico ou térmico, observam-se acúmulos significativos de betaínas e prolina, aos quais são responsáveis pela função de tolerância a seca em plantas. De maneira similar, a deficiência de K favorece o acúmulo de poliamidas, aos quais exercem a mesma função de osmoregulação.

De acordo com Marengo & Lopes (2005), a maior parte do N das folhas encontra-se nos cloroplastos (70 %), sendo este elemento facilmente translocado. A deficiência deste elemento se dá em folhas velhas, através de clorose uniforme. Em casos severos, essas folhas tornam-se completamente amarelo-pardas e senescem. As folhas novas permanecem verdes por um tempo maior, por receberem formas solúveis de N, muitas vezes provenientes do processo de translocação do N das folhas velhas. Em plantas de tomateiro, a deficiência de N pode também ser expressa pelo acúmulo de antocianina (arroxamento) de caules, pecíolos e folhas inferiores (Marengo & Lopes, 2005).

Taiz & Zeiger (2004) destacam que plantas de tomateiro sob deficiência de N apresentam acúmulo de antocianina devido ao conseqüente acúmulo de carboidratos não utilizados no metabolismo do N, os quais são utilizados na síntese deste pigmento. Furlani (2004) também destaca que existem mudanças morfológicas na planta com deficiência de N, tais como redução no comprimento, largura e espessura das folhas. Epstein e Bloom (2006) destacam que na deficiência de N o crescimento das plantas de tomateiro é retardado, existindo clorose generalizada e hábito estiolado, com aparência não viçosa, com frutos frequentemente coloridos. Já o excesso de N em tomateiro causa enfolhamento abundante, com coloração verde-escura e alta relação massa seca de parte aérea/massa seca de raízes. No estágio reprodutivo observam-se rachaduras nos frutos (Marengo & Lopes, 2005).

Souza & Fernandez (2006) destacam que a absorção em excesso de NH_4^+ interfere no balanço de água nas plantas, reduzindo o fluxo de água das raízes para a parte aérea, de modo que as plantas não tolerantes acabam murchando. Alguns sintomas de toxidez de NH_4^+ , como folhas enroladas, podem ser reflexo do aumento da resistência ao movimento radial da água em plantas sob nutrição amoniacal. O nível de exsudação em plantas de tomate tratadas com NH_4^+ sofre rapidamente redução de até 60 %, quando comparadas com plantas sob nutrição nítrica (Souza & Fernandez, 2006).

Sintomas de deficiência de K são, geralmente, observados em plantas sob nutrição amoniacal, mas este efeito pode ser correlacionado à redução da exsudação e não a perda de K pelas raízes. Cabe ressaltar que o K tem ação importante na ativação das enzimas de assimilação de N, consideradas mecanismos de importância fundamental para a regulação dos níveis tóxicos de NH_4^+ no citosol. Plantas de tomateiro com bom suprimento de K tiveram, por exemplo, uma redução de lesões ocasionadas pela toxidez amoniacal em suas folhas (Souza & Fernandez, 2006). Cantarella (2007) exemplifica que a interação entre o N e o K é, de forma geral, uma interação não competitiva, sendo que a absorção de um eleva a demanda do outro. O estímulo do crescimento provocado pela adição de N pode levar à deficiência de K por efeito de diluição. O suprimento balanceado de N e de K frequentemente aumenta a resposta de ambos, mas a não adição de um deles em solos deficientes pode levar a decréscimos na resposta tanto em produção quanto em acúmulo do nutriente (Cantarella, 2007).

2.3.2. Funções do potássio

O K é um forte competidor com outros cátions como, por exemplo, o Ca e o Mg; isso se explica pelo fato das plantas possuírem alta eficiência na absorção deste elemento. O K tem ações biofísicas na planta, como a abertura e o fechamento estomático e, ações bioquímicas, como ativador enzimático de várias enzimas principalmente as sintetases, oxidoredutases, desidrogenases, transferases e quinases segundo Taiz & Zeiger (2004). Um bom exemplo é a enzima sintetase do amido, onde quantidades significativas de K são exigidas para a formação deste composto. O K é de extrema importância na fotossíntese, através do metabolismo de carboidratos, regulação quimiosmótica, assim como no metabolismo de compostos nitrogenados (Taiz & Zeiger 2004; Yamada et al., 1982).

Para Ernani et al. (2007), o K atua não somente na síntese de carboidratos, de proteínas e de ATP, mas também na regulação osmótica, na abertura e fechamento estomático, assim como na resistência a incidência de pragas e doenças por meio da resistência e na permeabilidade das membranas plasmáticas. A deficiência de K normalmente reduz o tamanho dos internódios, a dominância apical e os crescimentos das plantas, além de retardar a frutificação e diminuir o tamanho e a coloração dos frutos. Os sintomas de deficiência de K surgem nas folhas mais velhas, devido a sua alta mobilidade no floema e, se caracteriza como clorose e necrose das margens e pontas das folhas (Taiz & Zeiger, 2004).

Krauss (2005) destaca que o K é um íon acompanhante de NO_3^- no transporte via xilema, na forma de KNO_3 . Por outro lado, no floema ele é o íon acompanhante do malato. Plantas com baixo suprimento de K têm o movimento do NO_3^- , assim como do malato sensivelmente afetados e, conseqüentemente, efeitos deletérios quantos às funções fisiológicas dependentes destes compostos são observados (Krauss, 2005).

Malavolta (2006) exemplifica que o K pode manifestar o seu efeito sobre doenças das seguintes maneiras: em situação de deficiência, há uma menor formação da parede celular e da espessura da cutícula, assim como uma maior acumulação de carboidratos e aminoácidos livres. Por outro lado, o excesso de K gera desequilíbrio na relação K:Ca e K:Mg, menor formação da lamela média da parede por falta de Ca, quebra do funcionamento normal da membrana plasmática e baixa formação de ATP, vital para os processos fisiológicos das plantas cultivadas (Malavolta, 2006).

Meurer (2006) destaca que o K favorece o incremento de massa de raízes, aumento na resistência a seca e temperaturas baixas, resistência ao ataque de pragas e doenças, resistência ao acamamento e incremento na nodulação das leguminosas. A adequada nutrição potássica promove também, qualitativamente, o incremento de proteína e de amido nos grãos e tubérculos, assim como na coloração e aroma de frutos, no teor de vitamina C e de sólidos solúveis totais (Meurer, 2006). O K influencia no maior tempo de armazenamento do tomateiro, dentre outras culturas.

Segundo Marschner (1995), o aumento do teor de K na planta, até certos limites, pode aumentar significativamente a taxa de absorção de NO_3^- e pode inibir as de Ca e Mg. Já Furlani (2004), enumerando as funções do K, destaca a sua participação no balanço entre cátions e ânions, no alongamento celular, na estabilização do pH citoplasmático, neutralizando íons orgânicos e inorgânicos, no transporte de açúcares no floema e nos movimentos seismonásticos das plantas.

2.4. Variáveis Relevantes Quanto ao Cultivo do Tomateiro

Para o cultivo comercial do tomateiro, destaca-se a necessidade da utilização de cultivares mais adaptadas às variáveis climáticas, assim como a utilização de dosagens adequadas de fertilizantes, objetivando um máximo de rendimento e elevado padrão de

qualidade dos frutos. Uma adubação adequada ao desenvolvimento vegetal não envolve apenas o atendimento da demanda nutricional da cultura, mas também um controle contínuo dos fatores que influenciam o equilíbrio e a disponibilidade dos nutrientes no sistema, tais como a quantidade e qualidade da água, pH do solo e da água de irrigação, interação entre nutrientes, a aeração e a temperatura do solo, assim como a condutividade elétrica da solução nutritiva (Martinez, 2002).

Teixeira (1996) destaca que a água utilizada para a irrigação não deve conter mais do que 350 mg L⁻¹ de sais totais. No entanto, a qualidade da água para fins de irrigação não se refere apenas à sua salinidade, pois outras variáveis devem ser avaliadas, tais como: a proporção relativa de Na em relação aos demais sais, a concentração de elementos tóxicos, concentração de bicarbonatos e aspectos sanitários (Bernardo, 1995). A alta concentração de sais é um fator de estresse para as plantas, pois apresenta atividade osmótica reduzindo o potencial hídrico, além das ações tóxicas de íons sobre o protoplasma. A água é osmoticamente retida em uma solução salina de forma que o aumento da concentração de sais torna a água cada vez menos disponível para a planta (Larcher, 2000).

Uma classificação proposta pelo USDA estabelece níveis de condutividade elétrica (CE) adequados para a água de irrigação como de salinidade baixa em torno de 0,25 mS cm⁻¹ e salinidade média entre 0,25 a 0,75 mS cm⁻¹ (Bernardo, 1995). De modo geral, uma água cuja CE esteja acima de 0,5 mS cm⁻¹ pode ser desfavorável ao uso em cultivos hidropônico e fertirrigado (Martinez, 2002). Outros parâmetros devem ser avaliados para a qualificação química da água para fins de irrigação como: razão de adsorção de sódio (RAS), concentração de elementos tóxicos (Cl, Na e B) e de bicarbonatos (Bernardo, 1995). A tabela 2 apresenta a classificação de água para fins de irrigação conforme Kemira (2004).

A utilização de água de boa qualidade em cultivos hidropônicos permite a produção de hortaliças para consumo *in natura* livres de contaminação de parasitas e microrganismos patogênicos aos seres humanos (Cometti, 2003). Uma das principais contaminações dos produtos hortigranjeiros é, de modo geral, verminoses. Porém, a principal doença para o manipulador do sistema de irrigação é a esquistossomose (Bernardo, 1995). De acordo com Marouelli et al. (2001), o índice máximo de coliformes totais e fecais para o uso da água para fins de irrigação do tomateiro é de 200 coliformes fecais/100 mL de água e 1000 coliformes totais/100 mL de água.

Tabela 2. Qualidade de água para fins de irrigação: interpretação de análises.

Determinações	Grau de restrição		
	Nenhum	Moderado	Severo
pH	5,5 - 7,0	<5,4 ou >7,1	<4,5 ou >8,0
CE (mS cm ⁻¹)	<0,7	0,71 - 3,0	>3,1
RAS	<3,0	3,01 - 6,0	>6,01
Ca ²⁺ (mg L ⁻¹)	20 - 100	101 - 200	>201
Mg ²⁺ (mg L ⁻¹)	<63	64 - 100	>101
Na ⁺ (mg L ⁻¹)	<70	71 - 180	>181
Fe ²⁺ (mg L ⁻¹)	<0,2	0,21 - 0,4	>0,41
HCO ₃ ⁻ (mg L ⁻¹)	<40	41 - 180	>181
SO ₄ ⁻ (mg L ⁻¹)	<149	150 - 250	>251
Cl ⁻ (mg L ⁻¹)	<70	71 - 300	>301
B (mg L ⁻¹)	<0,5	0,51 - 2,0	>2,01
N (mg L ⁻¹)	<5	5,1 - 30	>31

Fonte: Kemira, 2004.

A manutenção do pH da solução nutritiva é de extrema importância para o cultivo do tomateiro, sendo que faixa de pH ideal para a maioria das plantas está entre 5,5 a 6,5 (Martinez, 2002; Furlani et al., 1999; Moraes, 1997). O efeito do pH sobre o crescimento das plantas cultivadas em solução ou em substrato pode ser direto e indireto. O direto resulta da ação dos íons H^+ sobre as membranas das células das raízes. Em valores de pH inferiores a 4,0, há um comprometimento da permeabilidade das membranas e o crescimento radicular é retardado. Por outro lado, o pH elevado, acima de 7,5, afeta o potencial eletroquímico transmembrana, havendo também alteração da estrutura e da solubilidade de compostos fenólicos do citosol, vacúolos e paredes celulares (Martinez, 2002). O efeito indireto do pH diz respeito à redução da solubilidade de nutrientes, afetando a capacidade de absorção dos mesmos na planta. Quando o pH está abaixo de 5,0, a disponibilidade dos macronutrientes N, P, K, Ca, Mg e S é baixa. Por outro lado, em valores de pH acima de 6,5 (alcalino), a disponibilidade de micronutrientes como Fe, Cu, Mn e Zn é reduzida. Portanto, a manutenção da faixa de pH em valores de $6,0 \pm 0,5$ é de extrema importância para o cultivo de plantas em solução nutritiva e em substratos (Furlani et al., 1999).

Embora os processos físicos sejam pouco afetados pela temperatura, as reações químicas sofrem grande influência deste fator (Marschner, 1995). Uma das possíveis explicações para a influência da temperatura sobre a absorção de íons pelas plantas é a alteração da atividade de proteínas ligadas ao sistema de transporte de íons nas células vegetais. Em cultivos hidropônicos e em substratos, a elevação da temperatura acima de $32\text{ }^\circ\text{C}$ inibe o crescimento radicular. A faixa ótima encontra-se entre 23 e $27\text{ }^\circ\text{C}$ (Moraes, 1997). Em geral, recomenda-se a manutenção da temperatura da solução em valores abaixo de $32\text{ }^\circ\text{C}$.

Os processos vitais do sistema radicular, como a absorção de nutrientes e manutenção do metabolismo basal, envolvem gasto de energia produzida a partir da respiração radicular diretamente dependente do O_2 dissolvido no meio de cultivo. A quantidade de O_2 dissolvido na água depende da temperatura da solução e das características físicas do substrato (Martinez, 2002). A falta de oxigenação no meio radicular prejudica a absorção de nutrientes, pela falta de energia gerada (ATP) no processo de respiração (Taiz & Zeiger, 2004).

2.5. Adubação do Tomateiro

Existem diferenças importantes a serem consideradas em relação à adubação em sistemas de cultivos hidropônicos e em substratos, tais como concentrações iônicas da solução, CTC do substrato, curvas de retenção de umidade do substrato, pH do substrato e da solução nutritiva. Um fator de extrema importância é a ausência da capacidade tampão e de reposição natural de nutrientes quando se utiliza uma solução nutritiva em sistema hidropônico, pois quando estes são retirados do meio pelas raízes, os mesmos não são repostos através dos processos químicos presentes em um substrato. A ausência de uma solução de nutrientes tamponada em hidroponia implica na necessidade de concentrações mais elevadas na solução. À medida que as plantas vão absorvendo os nutrientes, a concentração relativa entre estes vai sendo alterada (Furlani et al., 1999).

Por outro lado, deve-se considerar a interação entre nutrientes e favorecimento de processos químicos caracterizados pela complexação, precipitação ou competição entre íons, podendo ou não resultar em alteração de crescimento em plantas (Marschner, 1995). Fontes & Araújo (2007) destacam que as interações entre nutrientes são particularmente importantes para a cultura do tomate, devido às altas doses de fertilizantes que são adicionadas ao cultivo, que podem levar à deficiência ou toxidez de alguns nutrientes. Por exemplo, a utilização de altas doses de NH_4 reduz a absorção de Ca e K, e a absorção de NO_3 em maior proporção que os demais cátions pode elevar o pH e, assim, alterar a disponibilidade de outros nutrientes. O excesso de N proporciona acamamento das plantas de tomateiro, assim como o favorecimento

na redução da resistência à falta de água, aumento da susceptibilidade ao ataque de pragas e doenças e maturação tardia (Carvalho et al., 2004).

Para uma adequada análise das exigências nutricionais em plantas cultivadas devem-se focar as interações entre os nutrientes no sistema de cultivo. Esta análise é de extrema importância no sentido de se criar protocolos para uma maior eficiência do uso de nutrientes nos diversos sistemas e, conseqüentemente, o estabelecimento de produção e produtividade próxima a máxima eficiência econômica. Silva et al. (1993) realizaram um estudo sobre o efeito de doses de N e K sob a incidência de podridão apical em frutos de tomate e observaram que a ausência de podridão apical em cultivos com relações N:K de até 1:3, conforme mostrado na tabela 3.

Tabela 3. Efeito de doses de N e K sob a incidência de podridão apical (valores em percentual).

N (kg ha ⁻¹)	K ₂ O (kg ha ⁻¹)			
	150	300	600	1200
100	0	0	0	12,0
200	0	0	0	13,6
400	4,7	6,8	13,1	17,4
800	11,3	10,7	24,7	35,6
DMS (Tukey 5%)		3,6		

Fonte: Silva et al. (1993).

Fernandes et al. (2002), estudando a interação entre N e K em tomateiro em hidroponia, observaram que nas primeiras semanas de cultivo, a absorção de N e K ocorre na proporção de 1:1,2, porém na fase de frutificação esta relação eleva-se para 1:2. Estes dados corroboram com Adams (1994). A avaliação prática da adubação em cultivo hidropônico e em cultivos em substratos fertirrigados é através da condutividade elétrica do meio, que por sua vez, é extremamente dependente da cultura a ser instalada (Martinez, 2002). Alberoni (1998) e Benoit (1987) relatam como valores ideais de 1,5 mS cm⁻¹ para o morango, 2,5 mS cm⁻¹ para a alface e, outras folhosas e 3,5 mS cm⁻¹ para o tomate e pepino cultivados no sistema hidropônico tipo NFT. Já para Furlani et al. (1999), a faixa de CE para hortaliças folhosas encontra-se entre 1,0 a 1,6 mS cm⁻¹ e para hortaliças de fruto entre 2,0 e 4,0 mS cm⁻¹.

Raij (1993) afirma que as diferentes recomendações de adubação em olericultura são conseqüência da falta de experimentação e de critérios ao estabelecer as quantidades de fertilizantes a serem aplicados. Teixeira (1996) afirma que o conhecimento e manejo da nutrição mineral são essenciais para melhorar a qualidade da parte aérea, raízes e dos frutos das hortaliças. Entretanto, existe a necessidade do desenvolvimento de protocolos de cultivo ajustados ao tipo de planta e às condições ambientais de cada localidade para a obtenção de maior eficiência na utilização dos fertilizantes, minimização no uso de agrotóxicos, aprimoramento das técnicas de cultivo, melhor nutrição das plantas e melhoria da produção e qualidade dos frutos em cultivos comerciais.

As recomendações de adubação do tomateiro quanto às doses de N e K em sistema de cultivo a campo são extremamente variáveis. De-Polli et al. (1998), por exemplo, recomendam as doses de 60 kg N ha⁻¹ + 40 Mg ha⁻¹ de esterco bovino e de 16,6 a 49,8 kg K ha⁻¹. Já Padovani (1986) recomenda a dose de 100 kg N ha⁻¹ e 100 kg K ha⁻¹. Filgueira (2008) diferencia a adubação em relação ao tomate industrial, que é de 100 a 120 kg N ha⁻¹ e 125 a 166 kg K ha⁻¹. Já para tomateiro estaqueado as doses recomendadas são de 300 a 400 kg ha⁻¹ de N e 415 a 664 kg K ha⁻¹. Silva & Giordano (2000) destacam que a adubação de N e K utilizada no estado de São Paulo é de 80 a 120 kg N ha⁻¹ e 42 a 83 kg K ha⁻¹; para o Estado de Pernambuco, a adubação seguida é de 135 kg N ha⁻¹ e de 38 a 150 kg K ha⁻¹. Estes mesmos

autores citam que para as demais regiões as doses usadas são de 73 kg N ha⁻¹ e 41,5 kg K ha⁻¹. Fontes & Silva (2002) citam como adubação para o tomateiro as dosagens de 200 kg N ha⁻¹ e 166 kg K ha⁻¹. Nuez (2001) recomenda as doses de 42 a 84 kg N ha⁻¹ e 100 a 200 kg K ha⁻¹.

Uma forma de adequação à eficiência da adubação do tomateiro de crescimento indeterminado é o conhecimento das diferentes fases de cultivo (estádios de crescimento e desenvolvimento). Alvarenga (2004) afirma que o ciclo do tomateiro pode ser dividido em três fases distintas. A primeira fase tem duração de quatro a cinco semanas (entre 25 a 35 dias após semeadura) até o início do florescimento (entre 60 e 65 dias após semeadura). Já a segunda fase tem duração de cinco a seis semanas, iniciando-se por ocasião do florescimento com término no início da colheita (entre 105 a 120 dias após semeadura). Por fim, a terceira fase contempla toda a colheita. O mesmo autor esclarece que cultivares de tomateiro de crescimento determinado e do grupo salada apresenta produção de frutos mais concentrada e, esta fase mais curta, o qual inicia-se entre os 90 a 105 dias após semeadura.

Adams (1994) também destaca a importância da adequação da adubação empregada a cada fase de desenvolvimento da cultura, principalmente as doses empregadas no estágio reprodutivo, com a finalidade de se obter respostas no incremento da qualidade de produção. Esta qualidade está relacionada com as variáveis teor de sólidos solúveis presentes no fruto (°Brix) e teores de ácidos cítrico e o málico.

No Brasil, frutos de tomateiro, para serem considerados adequados quanto ao uso para fins industriais, devem apresentar valores de sólidos solúveis totais (°Brix) acima de 4,0 e a combinação de teor de sólidos solúveis totais com a acidez titulável nos frutos de tomateiro são variáveis fundamentais para uma melhor qualificação dos frutos, através da melhoria no sabor dos frutos (parâmetro sensorial) de acordo com Silva & Giordano (2000). A adubação nitrogenada, o ambiente de cultivo (casa-de-vegetação ou campo) e densidade de plantio pode influenciar diretamente nos teores de sólidos solúveis totais do tomateiro. Carvalho (1980). Sendo assim, pesquisas direcionadas à adequação da nutrição mineral do tomateiro e acréscimos no teor de sólidos solúveis nos frutos são de primordial importância para a melhoria em qualidade no cultivo de tomateiro para fins de comercialização.

3. CAPÍTULO I

INFLUÊNCIA DE DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO NO CRESCIMENTO, CONTEÚDO NUTRICIONAL, PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS DE TOMATEIRO A CAMPO, EM HIDROPONIA E EM FERTIRRIGAÇÃO

4. RESUMO

O nitrogênio e o potássio aplicados em doses e relações adequadas a cada estágio de desenvolvimento do tomateiro podem melhorar o crescimento, a produção e a qualidade do frutos da cultura. Com o objetivo de avaliar a influência de diferentes doses de N e K no crescimento, conteúdo nutricional, produção e qualidade de frutos de tomateiro foram conduzidos três experimentos de setembro de 2005 a fevereiro 2006, utilizando-se o híbrido Saladinha em três sistemas de cultivo. A campo, utilizou-se um esquema fatorial 3x3 com três repetições em blocos ao acaso, combinando-se três doses de N (100, 150 e 200 kg N ha⁻¹) e três doses de K (150, 200 e 250 kg K ha⁻¹). Em hidroponia, os tratamentos foram quatro soluções nutritivas, combinando-se duas concentrações iônicas (50 % e 75 % da solução de Hoagland) e duas relações N:K (1:1,5 e 1:2). Em fertirrigação, foram combinadas duas doses de N (200 e 300 kg N ha⁻¹) e quatro doses de K (300, 400, 450 e 600 kg K ha⁻¹) nas razões N:K de 200:300, 200:400, 300:450 e 300:600. O delineamento utilizado nos sistemas hidropônico e fertirrigado foi em blocos ao acaso com três repetições. Foram determinadas a altura das plantas, o número de nós, o diâmetro de caule, a biomassa da parte aérea e de frutos e o conteúdo de N, P, K, Ca e Mg, nos estádios de floração, formação do primeiro cacho e final do ciclo. No campo, observaram-se menores alturas de plantas na dose 150 kg K ha⁻¹, assim como menores diâmetros de frutos nas doses de 100 kg N ha⁻¹ e 250 kg K ha⁻¹. Os tratamentos não modificaram a produção de frutos a campo. Em hidroponia, a razão N:K 1:1,5 aumentou a biomassa e os conteúdos de N, K, P e Ca na parte aérea na floração, e a massa seca de folha, caule e o conteúdo de N da parte aérea na formação do primeiro cacho. As relações N:K não modificaram a produção de frutos neste sistema. Em fertirrigação, o conteúdo de N na parte aérea foi maior nas doses N:K de 200:400 e 300:450 na floração. Na formação do primeiro cacho, o conteúdo de N na parte aérea foi maior nas doses N:K de 300:450 e 300:600. No final do ciclo, o conteúdo de N na parte aérea foi menor na dose N:K 200:400, e o conteúdo de K na parte aérea maior na dose N:K 300:600. A produção comercial de frutos foi menor na dose N:K 300:600. A produção total, e o número de frutos totais e comerciais, foram superiores em ambiente protegido, porém a produção comercial em hidroponia foi inferior aos demais sistemas. A produção a campo foi afetada pelo ataque de *Neoleucinodes elegantalis*. Para os cultivos em ambiente protegido, a podridão apical e lóculo aberto reduziram a produção e a qualidade de frutos. Concluiu-se que as diferentes doses N e K não modificaram a produção e a qualidade de frutos das plantas crescidas nos sistemas avaliados.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum*. Qualidade de frutos. Cultivo protegido.

5. ABSTRACT

The nitrogen and potassium can improve the growth and fruit yield of tomato plants when applied in adequate levels and ratios. Three experiments were carried out between September 2005 and February 2006 to evaluate the influence of different N and K levels on growth, nutrient content, fruit yield and quality of the tomato hybrid Saladinha. In the field, a 3x3 factorial design with three replicates was applied, among three N levels (100, 150 and 200 kg N ha⁻¹) and three K levels (150, 200 and 250 kg K ha⁻¹). In hydroponics, the treatments were four nutrient solutions, combining two ionic concentrations (50 % and e 75 % of Hoagland solution) and two N:K ratios (1:1.5 and 1:2). In fertirrigation, two N levels (200 and 300 kg N ha⁻¹) and four K levels (300, 400, 450 and 600 kg K ha⁻¹) were combined in the ratios 200:300, 200:400, 300:450 and 300:600. The hydroponics and fertirrigated systems had a randomized block design with three replicates. Plant traits such as plant height, nodule number, stem diameter, mass of shoot and fruits, and nutrient contents were measured, at the growth stages of flowering, first cluster formation and fruit harvest. In the field, the plant height was lower at the level of 150 kg K ha⁻¹, and the fruit diameter was lower at the levels 100 kg N ha⁻¹ and 250 kg K ha⁻¹. The treatments did not modify the fruit yield in the field. In hydroponics, the N:K ratio 1:1.5 increased shoot mass and shoot N, K, P and Ca contents at flowering, and increased stem and leaf mass and shoot N content at first raceme formation. The N:K ratios did not modify fruit yield in hydroponics. In fertirrigation, shoot N content was higher at N:K ratios of 200:400 and 300:450 at flowering. At first raceme formation, shoot N content was higher at N:K levels of 300:450 and 300:600. At the end of growth cycle, shoot N content was lower at N:K level of 200:400, and shoot K content higher at N:K level 300:600. Commercial fruit yield was lower at the N:K level 300:600. Total fruit yield, the number of commercial and total fruits, were higher under protected cultivation, but commercial fruit yield was lower in hydroponics as compared to the other systems. The fruit yield in the field was affected by the attack of *Neoleucinodes elegantalis*. The apical rotting and open locule reduced the fruit yield and quality in the protected crop systems. It is concluded that the different levels of N and K did not modify the fruit yield and quality of tomato plants grown in the three evaluated crop systems.

Key words: *Solanum lycopersicum*. Fruit quality. Greenhouse.

6. INTRODUÇÃO

No Brasil, o tomateiro se destaca como uma das hortaliças mais cultivadas, tendo importância tanto econômica quanto social. Para o adequado desenvolvimento da cultura, seja no crescimento, na produção ou na qualidade de fruto, os manejos fitossanitário e nutricional são fatores de fundamental importância (Feltrin et al., 2005).

Fayad et al. (2002) destacam que a utilização de técnicas como a hidroponia e a fertirrigação por gotejamento pode aumentar significativamente a absorção de nutrientes pelos cultivos comerciais do tomateiro, através de uma melhor distribuição nas zonas próximas às raízes. Por outro lado, os teores e os conteúdos nutricionais contidos na biomassa do tomateiro não são somente influenciados pela eficiência na aplicação de nutrientes, mas também são dependentes de características genótípicas das cultivares e híbridos comerciais utilizados (Silva & Giordano, 2000). O conhecimento das exigências nutricionais do tomateiro é uma característica agrônômica de extrema importância para o desenvolvimento da cultura durante todo o seu ciclo (Minami & Haag, 1989).

Guimarães (1998), por sua vez, destaca que a resposta do tomateiro ao N depende de diversos fatores, dentre os quais a dose aplicada; geralmente, aumentos nas doses de N resultam em aumento da altura das plantas, área foliar, número de flores e frutos comerciais, assim como da massa média unitária de fruto e da produção. Já o K, em doses adequadas, melhora a eficiência de uso da água, devido à adequação da abertura estomática às condições climáticas, assim como participa na translocação de carboidratos (malato) e aminoácidos (glutamato) produzidos nas folhas (Taiz & Zeiger, 2004). Uma eficiente partição de fotoassimilados e, conseqüente alocação de compostos nitrogenados nos órgãos drenos, provenientes dos órgãos fontes, pode assumir extrema importância para uma maximização da produção e a qualidade comercial de frutos em tomateiro (Malavolta, 2006). O processo de alocação do carbono assimilado pelas plantas é interdependente de um eficiente suprimento de K às mesmas (Taiz & Zeiger, 2004).

Segundo Hebbbar et al. (2004), o uso eficiente de fertilizantes é um fator extremamente crítico para a produção sustentável desta cultura. Peil & Galvez (2004) destacam que o rendimento econômico é obtido através da combinação entre a quantidade de frutos comerciais produzidos por área, a massa e o diâmetro individual do fruto. Montoya et al. (2002) afirmam que a qualidade dos frutos de tomate para consumo *in natura* é função da aparência externa, determinada por atributos como a cor, tamanho, forma, firmeza e ausência de defeitos. Já Carvalho et al. (2005) destacam que os parâmetros como percentual de sólidos solúveis totais, acidez titulável, pH de polpa e sabor, apesar de não serem amplamente utilizados como critérios qualitativos na produção de frutos *in natura*, são fatores de extrema importância para a obtenção de uma maior qualidade nos frutos de tomateiro.

Fontes & Guimarães (1999), assim como Filgueira (2008), afirmam que existe uma carência quanto a estudos no Brasil para estabelecer critérios técnicos em relação ao manejo desses nutrientes na produção comercial da cultura e, que parâmetros como doses econômicas e formas de aplicação são fundamentais para o ganho em produção e qualidade de frutos deste cultivo. Objetivou-se, neste trabalho, verificar a influência de diferentes doses de N e K no crescimento e conteúdo nutricional, na produção total, produção comercial e na qualidade de frutos da cultivar de tomateiro Saladinha crescida sob diferentes doses de N e K, em sistemas de cultivos a campo, hidropônico e fertirrigado.

7. MATERIAL E MÉTODOS

7.1. Área Experimental

O experimento foi conduzido na área experimental do Departamento de Solos, Instituto de Agronomia da UFRRJ, localizada a 22°45'32.30" S de latitude e 43°41'49.94" O de longitude (Google Earth™, 2009). O clima é classificado como Aw de Köppen, com verão caracteristicamente chuvoso e inverno seco, precipitação anual de 2.097 mm e temperatura média anual de 25,7 °C e mínima de 19,6 °C.

A área experimental possuía dimensão de 660 m²; na qual foram implantados três sistemas de cultivo para o tomateiro. O sistema de cultivo a campo ocupou 440 m² da área experimental. Para a implantação dos sistemas de cultivo hidropônico e fertirrigado foi utilizada uma área de 220 m², sob sistema de cultivo protegido.

A casa-de-vegetação utilizada para o cultivo protegido dos sistemas hidropônico e fertirrigado caracterizou-se por possuir: arquitetura em formato tipo arco, treliça transversal em aço galvanizado; dimensões de 22,0 m de comprimento por 20,0 m de largura; altura de 4,20 m de pé-direito e altura de 5,30 m de vão-central; lanternin distribuído na face longitudinal; cobertura com filme plástico de 150 µm de espessura do tipo difusor de luz (filme co-extrudado com micro-cristais nas três camadas, cuja função é a de facilitar a homogeneidade na distribuição da radiação fotossinteticamente ativa); laterais e frontais protegidas com tela anti-afídica de tonalidade branca, com cortinas móveis em suas laterais. A casa-de-vegetação tem posicionamento norte-sul, com a finalidade de redução do acúmulo de ar quente durante as horas mais quentes do dia, assim como melhor distribuição da irradiância durante o dia (Moraes, 1997). Destaca-se que foi utilizada a metade da área útil da casa-de-vegetação (220 m²) para a condução dos sistemas hidropônico e fertirrigado.

7.2. Implantação dos Experimentos

Os três sistemas de cultivo foram implantados simultaneamente na área experimental (momento de transplantio das mudas), em 10 de outubro de 2005 e conduzidos até o dia 18 de fevereiro de 2006. A semeadura foi realizada no dia 5 de setembro de 2005, a qual compreendeu a fase de preparo das mudas para posterior transplantio para a área experimental, utilizando-se substrato de fibra de coco e bandejas de isopor contendo 188 células. A análise química da fibra utilizada para a germinação indicou valores de pH de 6,2; condutividade elétrica de 0,2 mS cm⁻¹ determinados a partir da análise de uma alíquota do extrato obtido da relação entre 1:1,5 entre o substrato e água; macronutrientes (em mmol L⁻¹) NH₄ < 0,1; 0,1 de NO₃; 0,9 de K; Cl de 0,8; Na de 0,2; SO₄ de 0,2; Ca < 0,1; HCO₃ < 0,1; Mg < 0,1; P de 0,1 e micronutrientes (em µmol L⁻¹) 9,7 de Fe; B de 5,1; Mn de 0,2; Cu < 0,1 e Zn de 0,2, através da metodologia descrita por Ende (1989).

A germinação foi na ausência de radiação solar no decorrer das primeiras 72 horas, e logo após, as sementes foram postas para crescer em casa de vegetação, em irradiância reduzida a 50 %, temperatura em torno de 25 °C e umidade relativa de 80 %. As plântulas receberam solução de Hoagland & Arnon (1950) diluída a ¼ aos 15 dias após plantio. Aos 35 dias após plantio (10 de outubro de 2005), as mudas foram transplantadas para os respectivos sistemas de cultivo.

O tomateiro utilizado foi do grupo salada, híbrido F₁ Saladinha (Alvarenga, 2004), que se caracteriza por possuir hábito de crescimento determinado, frutos com massa média de 160 a 200 g, coloração vermelho intenso, formato redondo-achatado e ciclo médio de 110 dias. É

caracterizada por possuir resistência à murcha de verticílio raça 1 (*Veticillium dahliae* Kleb.), murcha de fusarium raças 1 e 2 (*Fusarium oxysporum* f.sp. lycopersici Sacc.) e nematóide (*Meloidogyne incognita* e *M. javanica* Kofoid & White) (Sakata, 2005).

7.3. Sistema a Campo

Neste sistema utilizou-se um esquema fatorial 3 x 3 com três repetições, em delineamento em blocos ao acaso, com um total de 27 parcelas experimentais. Os tratamentos foram três doses de N (100, 150 e 200 kg N ha⁻¹) aplicadas na forma de uréia e três doses de K (150, 200 e 250 kg K ha⁻¹) aplicados na forma de cloreto de potássio. Foram ainda utilizadas 6 parcelas experimentais para fins de bordadura, totalizando 33 parcelas experimentais com 12 plantas por parcela (Figura 1).

Para a escolha da área na qual foi implantado o sistema a campo, levou-se em consideração a facilidade de acesso, a disponibilidade de água para irrigação e as características físico-químicas do solo. Para a determinação da uniformidade do solo do local foi realizada uma inspeção visual associada a uma textura expedita. O solo utilizado foi classificado como Argissolo, com ausência de pedregosidade na camada de 0-20 cm e textura média. Para determinação da fertilidade do solo, foram coletadas vinte amostras simples, nas camadas de 0-20 cm na área de 440 m², que foram homogeneizadas e separadas em três amostras compostas, de acordo com a avaliação da uniformidade da área. As amostras foram analisadas no Laboratório de Fertilidade do Solo da UFRJ segundo procedimentos descritos por Embrapa (1997).

No dia 3 de agosto de 2005 foi realizada uma aração e a primeira gradagem e depois, em 5 de agosto de 2005, foi efetuada a segunda gradagem e a aplicação de calcário. Com base nas análises de fertilidade das subáreas, foi feita a aplicação de calcário para se elevar os valores de Ca + Mg para 6,0 cmol_c dm⁻³ e obtenção de uma maior homogeneização das áreas (Tabela 4). Foi adicionado calcário calcítico PRNT 83%, nas doses de 3,2 Mg ha⁻¹ na subárea 1; 2,3 Mg ha⁻¹ na subárea 2 e, 1,0 Mg ha⁻¹ na subárea 3. Utilizou-se um gabarito em PVC com 6 m de comprimento por 3 m de largura para a realização da aplicação pontual de calcário. Além disso, foram aplicadas 15 Mg ha⁻¹ de esterco bovino em toda a área experimental, seguindo recomendações de Fontes & Silva (2002) e de De-Polli et al. (1998).

Tabela 4. Análise de fertilidade do solo, dividido em subáreas, onde foi conduzido o experimento de campo.

Áreas	Na	Ca	Mg	Ca+Mg	K	H+Al	Al
	cmol _c dm ⁻³						
A1	0,023	2,0	0,8	2,8	0,24	3,6	0,3
A2	0,031	2,5	1,2	3,7	0,40	3,5	0,0
A3	0,021	2,6	2,4	5,0	0,06	4,0	0,4
Média	0,025	2,37	1,5	3,8	0,23	3,7	0,2
Áreas	S	T	V	m	pH _{água}	P	K
	— cmol _c dm ⁻³ —		— % —			— mg L ⁻¹ —	
A1	3,07	6,67	46	4,5	5,4	3	95
A2	4,13	7,63	54	0,0	5,5	3	155
A3	5,09	9,09	56	4,4	4,9	1	25
Média	4,09	7,79	52	3,0	5,3	2,3	91,7

Após trinta dias, a área foi encanteirada utilizando-se um encanteirador mecânico Massey Ferguson. Os canteiros tiveram as dimensões de 1,2 m de largura e 16 m de

comprimento e a rua foi construída com 1 m de largura, de acordo com Alvarenga (2004). O sistema de tutoramento utilizado é caracterizado por Alvarenga (2004) por ser do tipo “V” invertido, para a condução das plantas em fileiras duplas. Os tutores foram construídos com bambu-taquara, cortado com 2,5 m de comprimento e tratados com hipoclorito de sódio, a uma concentração de 10 mg L⁻¹. Foram enterrados a cerca de 30 cm de profundidade e amarrados em um fio de arame ovalado de 12 mm de espessura com fio tipo ráfia. As plantas de todas as parcelas foram distribuídas em espaçamento de 1,0 m nas ruas, 0,5 m nas entre linhas e 0,50 m entre plantas.

No plantio, realizado no dia 09/10/2005, foram aplicadas a totalidade das doses de P (50 kg P ha⁻¹) na forma de superfosfato simples, nitrogênio na forma de uréia (1/3 da dose) e potássio na forma de KCl (1/3 da dose) (tabela 5). Os micronutrientes (Zn, B, Cu e Mo) foram aplicados nas doses (kg ha⁻¹) de 5 kg de sulfato de zinco, 10 kg de bórax, 10 kg de sulfato de cobre e 0,25 kg de molibdato de sódio de acordo com Fontes & Silva (2002). Os adubos foram calculados para o comprimento da linha de plantio em cada parcela experimental (3 m) (Figura 1). O N e K foram parcelados em três aplicações, cada aplicação com 1/3 das doses testadas, no plantio, aos 35 e 70 DAP, seguindo recomendações de Alvarenga (2004) (Tabela 6).

A irrigação foi realizada por gotejamento. Foram utilizadas mangueiras de polipropileno de 16 mm de diâmetro, uma bomba de 1 CV de potência, vinte e quatro gotejadores por linha de cultivo, dotados de um regulador de vazão de 4 L h⁻¹ por gotejador, um conjunto de acionamento elétrico da bomba dotado de uma chave magnética e um temporizador com ciclo em segundos. Com a utilização de um tensiômetro, mantiveram-se os valores de potenciais hídricos próximos a -0,03 MPa. De modo geral, foram realizadas entre duas a três irrigações por dia no estágio vegetativo e seis a dez irrigações por dia no estágio reprodutivo, dependendo das condições ambientais. Por irrigação foi aplicado cerca de 0,5 L por planta.

Tabela 5. Diferentes relações N:K testadas no cultivo de tomateiro em sistema a campo.

Tratamento	Uréia (g/3m)	KCl (g/3m)	Super simples (g/3m)	Razão N:K
N1K1	63,3	85,8	161,9	1,50
N1K2	63,3	114,5	161,9	2,00
N1K3	63,3	143,1	161,9	2,50
N2K1	95,0	85,8	161,9	1,00
N2K2	95,0	114,5	161,9	1,33
N2K3	95,0	143,1	161,9	1,67
N3K1	126,7	85,8	161,9	0,75
N3K2	126,7	114,5	161,9	1,00
N3K3	126,7	143,1	161,9	1,25

*N1=100, N2=150 e N3=200 kg N ha⁻¹ e K1=150, K2=200 e K3=250 kg K ha⁻¹.

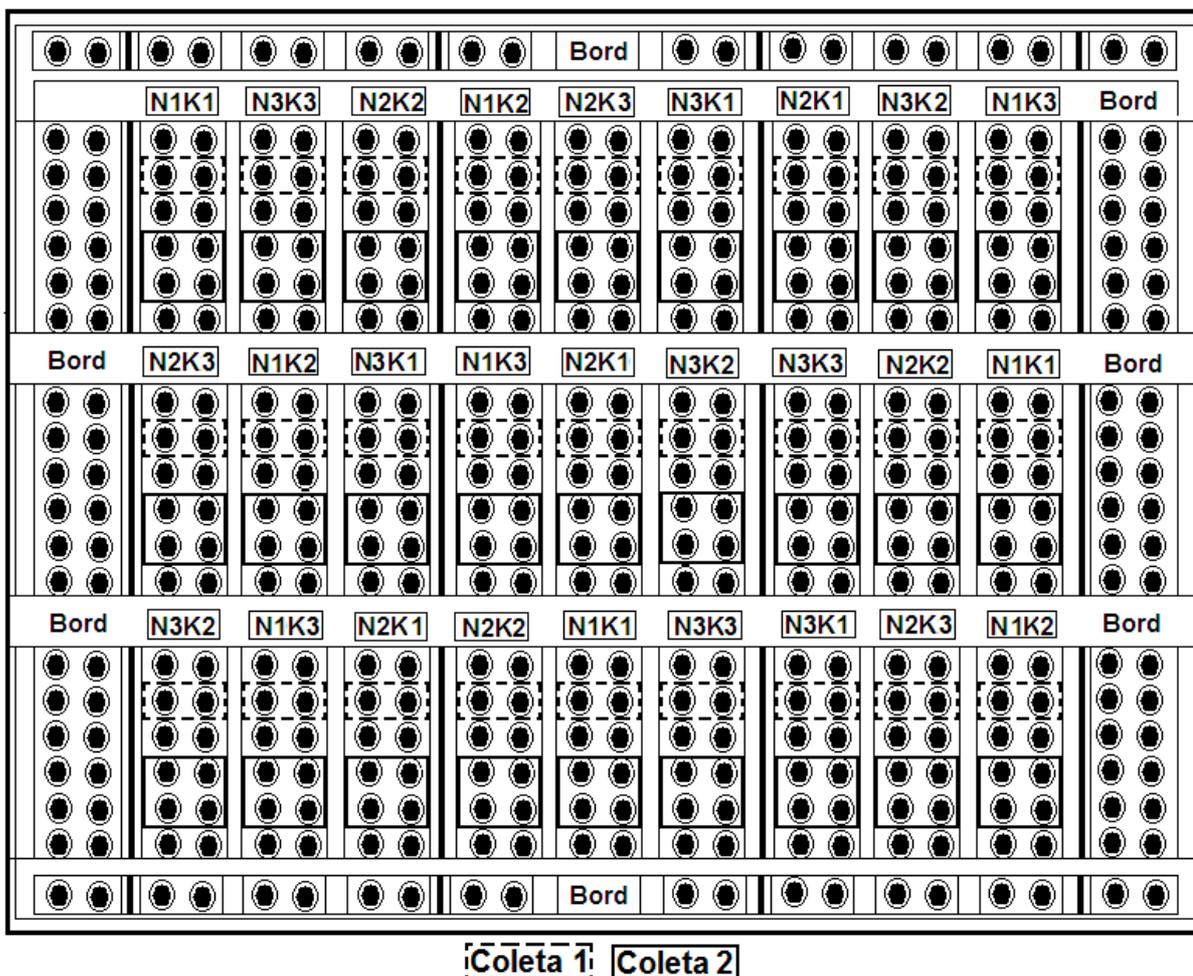


Figura 1. Disposição das parcelas experimentais no sistema de cultivo a campo; N1=100, N2=150 e N3=200 kg N ha⁻¹ e K1=150, K2=200 e K3=250 kg K ha⁻¹ (coleta 1 = 2 plantas coleta⁻¹ e coleta 2 = 4 plantas coleta⁻¹).

Tabela 6. Doses utilizadas de N e K, na ocasião do plantio (parcelamento em 1/3).

Tratamento	Uréia (g/3m)	KCl (g/3m)
N1K1	21,1	28,6
N1K2	21,1	38,2
N1K3	21,1	47,7
N2K1	31,7	28,6
N2K2	31,7	38,2
N2K3	31,7	47,7
N3K1	42,2	28,6
N3K2	42,2	38,2
N3K3	42,2	47,7

*N1=100, N2=150 e N3=200 kg N ha⁻¹ e K1=150, K2=200 e K3=250 kg K ha⁻¹.

7.4. Sistema Hidropônico

Os tratamentos testados foram duas concentrações iônicas a 50 % e 75 % da solução de Hoagland & Arnon (1950) e duas relações N:K (1:1,5 e 1:2) para cada diluição, totalizando quatro tratamentos (Tabela 7). O delineamento foi em blocos ao acaso com três

repetições das parcelas experimentais, as quais continham 4 plantas cada. Foram ainda utilizadas bordaduras externas, assim como bordaduras internas (Figura 2). As plantas de todas as parcelas foram distribuídas em espaçamento de 1,0 m entre ruas, 0,5 m entre linhas e 0,50 m entre plantas (Figura 2).

O sistema de cultivo hidropônico utilizado foi do tipo fluxo laminar de nutrientes, comumente denominado por NFT (*Nutrient film technique*), que consiste em uma solução nutritiva que passa pelas raízes de forma intermitente e com a espessura de uma lâmina, de modo que ocorra plena disponibilidade de nutrientes, assim como de oxigênio às raízes.

Para a condução das plantas de tomateiro, foram utilizados perfis de polipropileno, com secção em formato elíptico de 150 mm de diâmetro maior e comprimento de 10 m. Foram utilizados 12 canais de cultivo, com espaçamento de 0,6 m entre fileiras (fileiras duplas), 0,5 m entre furos (local de transplante da muda) e 1,0 m nas ruas; os perfis tinham capacidade suporte de 16 plantas por canal.

Para a irrigação e aplicação da solução nutritiva foi utilizado um conjunto de acionamento elétrico dotado de uma chave magnética e um temporizador com ciclo em segundos para acionamento da bomba de ½ CV em intervalos de 15 minutos intercalados em irrigação e aeração. Foi utilizado um desnível de 4 % no canal de cultivo. A vazão estimada para cada canal foi de 4 L min⁻¹. Em média, foram realizadas 48 irrigações de 15 minutos durante a fase diurna de cultivo durante o dia e 5 irrigações de 15 minutos durante a noite na fase vegetativa e 24 irrigações de 30 minutos durante a fase diurna e 5 irrigações de 15 minutos durante a fase noturna, de acordo com procedimentos descritos por Moraes (1997).

Para o armazenamento da solução nutritiva foram utilizados quatro reservatórios em fibra de vidro com capacidade para 1500 L cada; destaca-se que a quantidade de reservatórios está diretamente relacionada com os tratamentos testados. A tubulação de recalque de solução nutritiva foi de PVC tipo esgoto com diâmetro de 25 mm, já a tubulação de retorno da solução nutritiva para os reservatórios foi em PVC com diâmetro de 75 mm. Para cada reservatório foi construído um sistema de oxigenação da solução nutritiva tipo ‘venturi’ conforme descrito por Furlani et al. (1999).

Foram utilizados fios de polietileno ou ráfia para a realização do tutoramento individual das plantas. Todo o sistema foi sustentado por fios de arame ovalado com 12 mm de espessura, amarrados longitudinalmente no interior da casa-de-vegetação. O peso máximo suportável por cada fio utilizado como tutor foi de 5 kg e a vida útil do material foi, em média, de sessenta dias, necessitando a manutenção dos mesmos após este período de tempo.

Tabela 7. Adubos e doses utilizadas nos tratamentos no sistema hidropônico.

Tratamentos (concentração da solução e razão N:K)	Ca(NO ₃) ₂	KNO ₃	MgSO ₄	MAP	MKP	KCl	NH ₄ NO ₃	CaCl ₂
	Quantidade em g 1000 L ⁻¹							
T1 = 75 % e 1:1,5	600,0	418,0	400,1	15,0	85,0	100,0	17,0	27,0
T2 = 50 % e 1:1,5	425,0	258,0	267,0	16,0	50,0	85,0	6,5	0,0
T3 = 75 % e 1:2,0	385,0	629,0	400,0	15,0	85,0	100,0	30,0	174,0
T4 = 50 %;e 1:2,0	358,0	337,0	267,0	29,0	35,0	136,0	1,5	50,0

Adaptado de Genuncio et al. (2006).

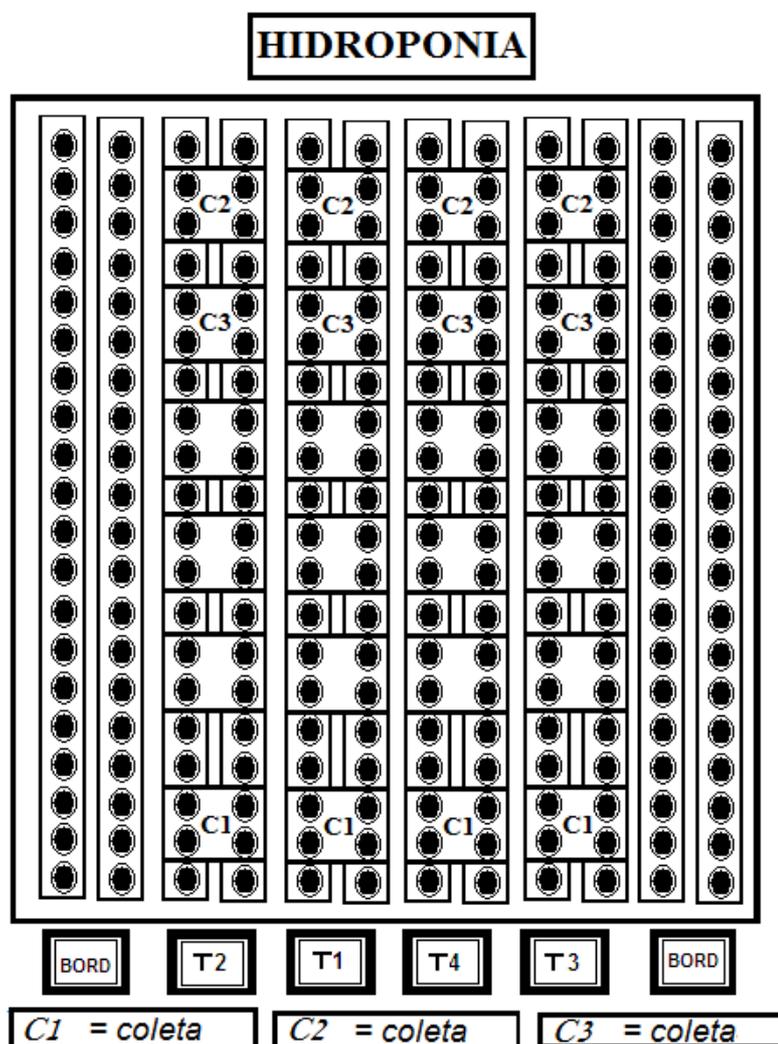


Figura 2. Disposição das parcelas experimentais no cultivo hidropônico.

Para a adubação com micronutrientes foi utilizado um estoque a partir da solução de Hoagland & Arnon (1950), com as doses, em mg L^{-1} , de 1,92 de sulfato de manganês; 0,23 de sulfato de zinco; 5,88 de ácido bórico; 0,15 de sulfato de cobre; 0,03 de molibdato de sódio e 10,50 de FeEDDHA (6 %). O controle para o preparo da solução nutritiva foi a condutividade elétrica (CE) em mS cm^{-1} , que indica a quantidade totais de sais dissolvidos em solução. O medidor utilizado foi da marca UNITY[®] 3405, com a sensibilidade de uma casa decimal. Quando houve a necessidade de reposição dos nutrientes, verificado a partir da verificação diária da CE, foram utilizadas soluções estoques A e B (Furlani 1999), com concentração vinte vezes superior a concentração da solução inicial. A solução inicial foi refeita quinzenalmente. Para o controle do pH, utilizou-se o aparelho UNITY 1201, com eletrodo de vidro combinado da marca Micronal[®], as correções do pH foram realizadas, sempre quando necessárias, logo após as leituras diárias na parte da manhã. Utilizaram-se soluções de KOH a $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ e H_2SO_4 a $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ para manter o pH em $6,0 \pm 0,5$.

A temperatura da solução foi monitorada diariamente com termômetro de bulbo de mercúrio e conjuntamente com as leituras de pH e CE nos horários de 9:00 h e 15:00 h. Os valores de condutividades elétricas (CE) e de pH foram de $1,88 \pm 0,24$ e $6,04 \pm 0,59$; $1,34 \pm 0,15$ e $6,05 \pm 0,64$; $1,38 \pm 0,51$ e $6,28 \pm 0,58$; $1,42 \pm 0,45$ e $6,02 \pm 0,52$ para os tratamentos com 75 % de concentração iônica e razão N:K de 1:1,5; 50 % de concentração iônica e razão N:K de 1:1,5; 75 % de concentração iônica e razão N:K de 1:2,0 e 50 % de concentração iônica e razão N:K

de 1:2,0, respectivamente. Destaca-se que as médias de temperatura das soluções nutritivas foram de $26 \pm 1,5$ °C para todos os tratamentos.

7.5. Sistema Fertirrigado

Foram testados quatro tratamentos, combinando duas doses de N (200 e 300 kg N ha⁻¹) e quatro doses de K (300, 400, 450 e 600 kg K ha⁻¹) nas proporções N:K de 200:300, 200:400, 300:450 e 300:600. O delineamento foi em blocos ao acaso com três repetições das parcelas experimentais, as quais continham 4 plantas cada. As plantas de todas as parcelas foram distribuídas em espaçamento de 1,0 m entre ruas, 0,5 m entre linhas e 0,50 m entre plantas (Figura 3). Foram ainda utilizadas bordaduras externas, assim como bordaduras internas (Figura 3).

O sistema de fertirrigação foi composto de injetor tipo *venturi*, dois tanques de fertilizantes, um reservatório de 1000 L, dois filtros, sendo um de tela 200 mesh e outro de membranas, dois manômetros, tubulação de polipropileno de 16 mm, registros tipo gaveta, válvulas de regulação de pressão, gotejadores tipo espaguete (acoplados à tubulação de irrigação) e vasos de 8 L contendo substrato de fibra de coco. A análise química da fibra usada para a germinação indicou valores de pH de 6,2; condutividade elétrica de 0,2 mS cm⁻¹ determinados a partir de alíquota do extrato obtido da relação 1:1,5 entre o substrato e água; macronutrientes (em mmol L⁻¹) NH₄ < 0,1; 0,1 de NO₃; 0,9 de K; Cl de 0,8; Na de 0,2; SO₄ de 0,2; Ca < 0,1; HCO₃ < 0,1; Mg < 0,1; P de 0,1 e micronutrientes (em μmol L⁻¹) 9,7 de Fe; B de 5,1; Mn de 0,2; Cu < 0,1 e Zn de 0,2, através da metodologia descrita por Ende (1989).

Da mesma forma que o sistema de cultivo hidropônico, para o tutoramento das plantas foram utilizados fios de polietileno ou rafia. Todo o sistema foi sustentado por fios de arame ovalado com 12 mm de espessura, amarrados longitudinalmente no interior da casa-de-vegetação. Para a injeção de água e solução nutritiva, foi utilizada uma bomba de 1,5 CV de potência, vinte e quatro gotejadores por linha de cultivo, dotados de um regulador de vazão 4 L h⁻¹ por gotejador a uma pressão de 1 bar, um conjunto de acionamento elétrico da bomba dotado de uma chave magnética e um temporizador com ciclo em segundos. Com a utilização de um tensiômetro, foi mantido os valores de potenciais hídricos entre -0,03 e -0,01 MPa (valores próximos à capacidade de campo). De modo geral, foram realizadas entre duas a quatro irrigações por dia no estágio vegetativo e seis a dez irrigações por dia no estágio reprodutivo, dependendo das condições ambientais. Por irrigação foi aplicado cerca de 0,25 L por planta. A adubação foi fornecida a cada três dias, usando-se o cabeçal de fertirrigação, de acordo com López (2005). As doses aplicadas seguiram os valores estabelecidos na Tabela 8.

Tabela 8. Distribuição de macronutrientes em função do estágio de desenvolvimento do tomateiro.

Fase de cultivo	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	S (%)
1 ^a a 5 ^a semana	20	20	20	50	20	20
6 ^a a 11 ^a semana	50	50	50	25	50	50
12 ^a a 17 ^a semana	30	30	30	25	30	30
TOTAL	100	100	100	100	100	100

Fonte: Adaptado de Alvarenga (2004).

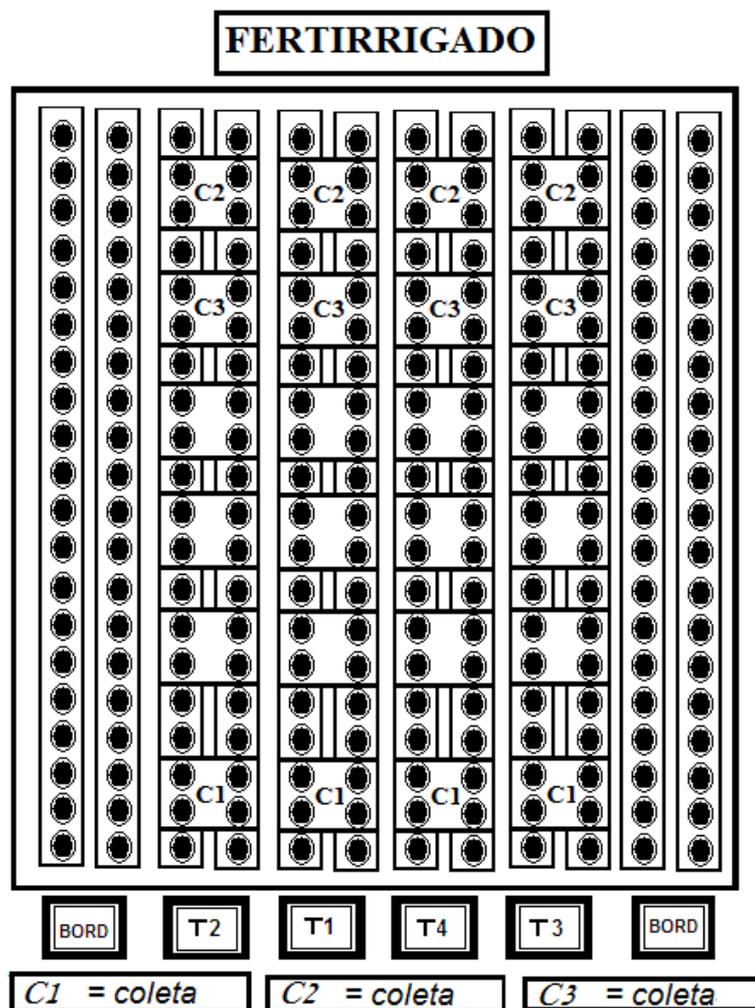


Figura 3. Disposição das parcelas experimentais na área de cultivo fertirrigado.

Tabela 9. Doses de nutrientes semanais, por tratamento, para o tomateiro em sistema fertirrigado.

Tratamento	Fase	Semana	g/semana (40 vasos)							
			Ca(NO ₃) ₂	KNO ₃	MgSO ₄	MAP	MKP	KCl	NH ₄ NO ₃	CaCl ₂
(T1)	1	5	90,4	90,4	116,0	14,4	13,2	93,3	90,9	293,3
N:K	2	6	192,0	471,7	241,1	54,0	0,0	0,0	62,4	0,0
200:300	3	6	192,0	183,7	145,1	32,3	0,0	65,9	38,4	0,0
(T2)	1	5	90,4	90,4	116,0	14,4	13,2	157,3	90,9	293,3
N:K	2	6	192,0	471,7	241,1	54,0	0,0	116,4	62,4	0,0
200:400	3	6	192,0	183,7	145,1	32,3	0,0	135,7	38,4	0,0
(T3)	1	5	90,4	90,4	116,0	14,4	13,2	177,1	178,9	293,3
N:K	2	6	192,0	471,7	241,1	54,0	0,0	132,0	245,5	0,0
300:450	3	6	192,0	183,7	145,1	32,3	0,0	162,7	148,3	0,0
(T4)	1	5	90,4	90,4	116,0	14,4	13,2	260,4	178,9	293,3
N:K	2	6	192,0	471,7	241,1	54,0	0,0	349,1	245,5	0,0
300:600	3	6	192,0	183,7	145,1	32,3	0,0	274,8	148,3	0,0

Para a conversão da dose de adubo de kg ha^{-1} para g vaso^{-1} , determinou-se a quantidade de plantas por hectare no espaçamento utilizado no experimento, e realizado o cálculo da exigência destes nutrientes por planta (Tabela 9). A aplicação das doses de adubos seguiu uma distribuição percentual recomendada para fertirrigação do tomateiro por Alvarenga et al. (2004). Para a fase 1 foram realizadas cinco adubações, correspondentes às cinco semanas; para as fases dois e três foram realizadas seis adubações. Para a adubação com micronutrientes foi utilizado um estoque a partir da solução de Hoagland & Arnon (1950), com as doses, em mg L^{-1} , de 1,92 de sulfato de manganês; 0,23 de sulfato de zinco; 2,94 de ácido bórico; 0,15 de sulfato de cobre; 0,03 de molibdato de sódio e 10,50 de FeEDDHA (6 %).

7.6. Manejo Agrônômico

Em todos os sistemas de cultivo foram realizadas podas semanais dos brotos axilares e condução das plantas em uma haste. No campo foram realizadas capinas nas ruas e nas linhas de cultivo, objetivando-se o controle manual de ervas daninhas. Por se tratar de uma cultivar de crescimento determinado, não foram necessárias podas dos meristemas apicais (capação). Foi estabelecido um número máximo de sete cachos por planta, sendo os demais retirados devido a formação de frutos fora do padrão comercial nestes demais cachos e melhoria da relação fonte dreno. Realizou-se um monitoramento de pragas e doenças para posterior controle dos mesmos em ambos os sistemas de cultivo.

Na área de cultivo a campo, foi realizado o controle de pragas e doenças de acordo com adaptações feitas a partir do manejo integrado de pragas e doenças recomendado por Feitosa & Cruz (2003). As pragas controladas foram: tripes (*Frankliniella schulzei* Trybom.) com o controle pela aplicação de imidacroprid; mosca minadora das folhas (*Liriomyza huidobrensis* Blanch.), com a aplicação de buprofezin e triazophos + deltamethrine; mosca branca (*Bemisia* sp. Genn.) com a aplicação de imidacroprid e buprofezin; ácaro do bronzeamento (*Aculops lycopersici* Masee) com a aplicação de abamectina + óleo mineral; pulgão verde (*Myzus persicae* Sulz.) com a aplicação de imidacroprid; broca pequena (*Neoleucinodes elegantalis* Guenée) com a aplicação de cloridrato e broca grande (*Hecoverpa zea*) com a aplicação de *Bacillus thuringiensis* (Berliner).

Quanto às doenças que atacaram o cultivo no campo, a pinta preta (*Alternaria solani* Ell. and Mart.) foi controlada pela aplicação de mancozeb, azoxystrobin e oxiclreto de cobre; a septoriose (*Septoria lycopersici* Speg.) com aplicação de oxiclreto de cobre; cladosporiose (*Cladosporium fulvum* Ck.) com aplicação de clorothalonil e podridão mole (*Pectobacterium* spp.) com o controle pela aplicação de kasugamicyn (Lopes & Ávila, 2005).

Na área de cultivo protegido foram identificadas, monitoradas e controladas as seguintes pragas: mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis*), com aplicação de buprofezin e triazophos + deltamethrine; mosca branca (*Bemisia* sp.), com aplicação de imidacroprid e buprofezin; ácaro do bronzeamento (*Aculops lycopersici*), com aplicação de abamectina + óleo mineral e cochonilha (*Dactylopius coccus* Costa.), com aplicação de acephate. As doenças que atacaram o cultivo e o controle foram: septoriose (*Septoria lycopersici*), com aplicação de oxiclreto de cobre; cladosporiose (*Cladosporium fulvum*), com aplicação de clorothalonil; murcha de fusarium (*Fusarium oxysporum* f. sp. lycopersici Sacc.), com aplicação de captan e podridão mole (*Pectobacterium* spp.) com aplicação de kasugamicyn.

7.7. Determinações Experimentais

Durante a condução dos experimentos, foram efetuadas leituras diárias, nos horários de 9:00 h e 15:00 h, de umidade relativa e temperatura máxima, mínima e média, na área de

cultivo a campo, na casa-de-vegetação e em uma área sem condução de plantas. Foram utilizados termohigrômetros de leitura direta e termômetros de máxima e mínima para avaliação diária destas variáveis.

No sistema a campo foram realizadas duas coletas de plantas, uma na floração (aos 70 DAP) e outra no início da frutificação (maturação do primeiro cacho, aos 121 DAP). Já para os sistemas de cultivo hidropônico e fertirrigado, foram realizadas três coletas: floração (70 DAP), primeiro cacho (128 e 115 DAP), para o hidropônico e o fertirrigado, respectivamente, e final de ciclo (153 e 148 DAP), para o hidropônico e o fertirrigado, respectivamente. Não foi realizada a terceira coleta no sistema a campo pela redução do ciclo devido à alta incidência de broca pequena nos frutos.

Na primeira coleta do sistema a campo, foram amostradas duas plantas de cada parcela; na segunda coleta foram avaliadas quatro plantas por parcela (Figura 1). Para os sistemas hidropônico e fertirrigado, foram amostradas quatro plantas nas duas primeiras coletas, e quatro plantas na coleta ao final do ciclo, dentro da mesma parcela, que constituíram as repetições experimentais (Figuras 2 e 3). Foram determinados a altura das plantas, o número de nós, o diâmetro do caule, a massa seca de folha, a massa seca de caule, a massa seca de frutos e a massa seca da parte aérea. Na primeira coleta, além das variáveis citadas, foram determinadas a massa seca das raízes e a razão raiz:parte aérea.

Em cada amostragem, as plantas foram cortadas rente ao solo e sua parte aérea separada em folhas (pecíolo e haste), caule, inflorescências, raízes e frutos. Cada parte da planta foi acondicionada em sacos de papel, seca em estufa de circulação de ar a 70 °C, e pesada para a determinação da massa seca. Após pesagem, o material foi triturado.

No material triturado, foram determinados os teores de N, P, K, Ca e Mg dos respectivos órgãos da planta. Foram obtidos os teores de N pelo método semi-micro Kjeldahl a partir de digestão sulfúrica, e os teores de P, K, Ca e Mg a partir de digestão nítrico-perclórica, sendo o P determinado por colorimetria do molibdato de amônio, o K por fotometria de chama, e o Ca e Mg por espectrofotometria de absorção atômica, de acordo com metodologia descrita por Tedesco et al. (1995). Os conteúdos de nutrientes foram obtidos pelo produto entre o teor e a massa seca. Para os teores de nutrientes nos frutos, foi feita a homogeneização das quatro plantas de cada parcela e retirada uma sub-amostra para a determinação dos teores de nutrientes em cada tratamento para todos os sistemas estudados.

Foi avaliada a produção qualitativa dos frutos, a partir de 12 plantas separadas em três parcelas experimentais por tratamento nos sistemas hidropônico e fertirrigado e 12 plantas separadas em quatro parcelas experimentais por tratamento no sistema a campo. Foram colhidos os frutos fisiologicamente maduros (coloração rósea), que foram classificados e separados em frutos comerciais e não comerciais. As coletas de frutos para o sistema a campo foram realizadas aos 121, 123, 126 e 128 dias após plantio (DAP), num total de quatro coletas. Para o sistema hidropônico as coletas foram aos 128, 131, 133, 135, 141, 145 e 153 DAP. Já para o sistema fertirrigado as coletas foram realizadas aos 115, 119, 121, 127, 131, 144 e 148 DAP, num total de sete coletas.

Nas coletas de frutos foi medido o diâmetro transversal dos mesmos e realizada a pesagem para a determinação da massa fresca. Os frutos foram classificados em frutos comerciais e não comerciais, com base no diâmetro (diâmetro transversal de frutos de tomateiro maior que 40 mm os classificam como frutos comerciais) e na presença de fatores bióticos e abióticos (Alvarenga & Souza, 2004). A partir destas variáveis foi obtida a produção comercial e não comercial, somando-se a produção de frutos de cada parcela experimental. Os principais fatores responsáveis por perdas de produtividade foram computados para os frutos fora do padrão comercial, tais como: ataque de broca pequena, broca grande, rachaduras e podridão ocasionada por requeima, e fatores abióticos como podridão apical e lóculo aberto.

Em todos os sistemas de cultivo, foram determinadas as variáveis associadas à qualidade de frutos dentre os 123 a 128 DAP para o sistema a campo, 131 a 145 DAP para o sistema hidropônico e 119 aos 144 DAP para o sistema fertirrigado a partir de seis frutos pertencentes aos segundo e terceiro cachos. Foram determinadas os teores de sólidos solúveis totais (em °Brix) de acordo com as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985), o pH da polpa com o uso de potenciômetro, a acidez titulável através de titulometria ácido base segundo Jackix (1988).

7.8. Análises Estatísticas

A análise de variância foi efetuada para cada experimento isoladamente, e para cada época de amostragem em separado. No sistema a campo, para as duas coletas foi efetuada a análise de variância como um fatorial 3x3 em blocos ao acaso com quatro repetições, cada repetição constituída pela média de duas plantas na primeira coleta e de quatro plantas na segunda coleta (Figura 1). Nos sistemas hidropônico e fertirrigado, na primeira e segunda coleta foi efetuada a análise de variância considerando um delineamento em blocos ao acaso com quatro tratamentos e quatro repetições, cada repetição constituída por uma planta. Na terceira coleta, que também envolvia os caracteres associados à produção de frutos, foi efetuada a análise de variância em blocos ao acaso com quatro tratamentos e três repetições, cada repetição constituída pela média de quatro plantas por parcela (Figuras 2 e 3). Foi avaliado o efeito das doses de N, de K e de sua interação. As médias foram comparadas pelo teste de Duncan a 5%. As análises foram efetuadas com o programa estatístico Mstat (1991).

Foi também efetuada uma análise conjunta dos três experimentos, apenas para as variáveis associadas à produção e qualidade de frutos avaliadas ao final dos experimentos. Nesta análise foram utilizados os dados obtidos no experimento de campo nos tratamentos 100:150, 100:200, 150:200 e 150:250 (razões N:K, em kg ha⁻¹) e os quatro tratamentos dos experimentos hidropônico e fertirrigado. A análise foi efetuada avaliando o efeito de experimento, dos tratamentos e da interação entre experimentos e tratamentos, de acordo com o programa Mstat (1991).

8. RESULTADOS E DISCUSSÃO

8.1. Cultivo a Campo

Não foram observadas alterações significativas no número de nós e no diâmetro de caule, assim como na massa seca de folha, caule, raízes, frutos, parte aérea e total no estágio de floração para as plantas do híbrido Saladinha crescidas em sistema a campo com diferentes doses de N e K (Tabela 10). As diferentes doses de N e K também não modificaram a razão raiz:parte aérea neste estágio de desenvolvimento da cultura. Pode-se observar um aumento significativo da altura de plantas com o acréscimo de K ao cultivo, sendo observada a menor altura das plantas crescidas na dose de 150 kg K ha⁻¹ (Tabela 10).

No estágio de formação do primeiro cacho, não foram observadas efeitos significativos das diferentes doses de N e K para a altura de plantas, número de nós, diâmetro de caule e na massa seca de folha, caule, raízes, frutos, parte aérea e total (Tabela 10). Sampaio (1996) também não observou influência significativa de diferentes doses de K na massa seca da parte aérea do tomateiro em condições de campo.

Tabela 10. Caracteres associados ao crescimento de plantas de tomateiro, crescidas sob três doses de N (100, 150 e 200 kg ha⁻¹) e três doses de K (150, 200 e 250 kg ha⁻¹), em condições de campo, em dois estádios de avaliação (floração e formação do primeiro cacho); efeitos isolados das doses de N e das doses de K.

Caracter	Dose de N (kg ha ⁻¹)			Dose de K (kg ha ⁻¹)		
	100	150	200	150	200	250
Floração						
Altura da planta (cm)	63	65	66	59 b	66 ab	69 a
Número de nós (planta ⁻¹)	11,0	11,4	11,3	10,7	11,4	11,7
Diâmetro do caule (mm)	12,8	13,8	13,3	13,2	13,1	13,6
Massa de folhas (g planta ⁻¹)	21,4	26,7	20,9	23,5	23,4	22,0
Massa de caule (g planta ⁻¹)	8,8	11,3	9,6	9,4	10,1	10,2
Massa de frutos (g planta ⁻¹)	1,35	3,62	2,10	1,61	2,85	2,61
Massa de raízes (g planta ⁻¹)	4,18	4,99	3,82	3,89	4,45	4,65
Massa de parte aérea (g planta ⁻¹)	31,6	41,6	32,6	34,5	36,4	34,9
Massa total (g planta ⁻¹)	35,8	46,6	36,4	38,4	40,8	39,5
Razão raiz : parte aérea (mg g ⁻¹)	141	122	117	112	129	140
Formação do primeiro cacho						
Altura da planta (cm)	87	91	83	89	87	85
Número de nós (planta ⁻¹)	15,6	15,6	14,8	15,9	15,0	15,0
Diâmetro do caule (mm)	14,8	16,5	15,9	15,4	16,4	15,5
Massa de folhas (g planta ⁻¹)	46,8	53,5	49,2	45,6	54,8	48,8
Massa de caule (g planta ⁻¹)	24,5	25,2	23,7	24,2	24,8	24,5
Massa de frutos (g planta ⁻¹)	49,9	56,0	53,1	51,1	60,1	47,8
Massa de parte aérea (g planta ⁻¹)	121	135	126	121	140	121

Médias seguidas pela mesma letra na linha, dentro da mesma fonte de variação (doses de N ou doses de K), não diferem pelo teste de Duncan a 5%; ausência de letras indica diferença não significativa entre tratamentos.

No estágio reprodutivo, foi observado que as diferentes doses de N e K aplicadas não influenciaram significativamente a produção de frutos comerciais, produção de frutos não

comerciais e totais, assim como o número de frutos comerciais, frutos não comerciais e totais, diâmetro de frutos comerciais e não comerciais, massa fresca unitária de frutos comerciais e o percentual de sólidos solúveis totais (Tabela 11). Não foi observada influência dos tratamentos para os distúrbios fisiológicos podridão apical e lóculo aberto. Sampaio (1996), por outro lado, constatou uma maior incidência de podridão apical em frutos de tomateiro cultivado em doses crescentes de K, com incidência máxima de podridão apical observada na dose de 186 kg K ha⁻¹.

Foi observado um aumento na acidez titulável nos frutos das plantas crescidas na dose de 250 kg K ha⁻¹ (Tabela 11).

Tabela 11. Caracteres associados à produção e qualidade de frutos de plantas de tomateiro, crescidas sob três doses de N (100, 150 e 200 kg ha⁻¹) e três doses de K (150, 200 e 250 kg ha⁻¹), em condições de campo; efeitos isolados das doses de N e das doses de K.

Caracter	Dose de N (kg ha ⁻¹)			Dose de K (kg ha ⁻¹)		
	100	150	200	150	200	250
Produção de frutos comerciais (g planta ⁻¹)	679	638	666	667	750	565
Produção de frutos não comerciais (g planta ⁻¹)	557	625	588	577	643	550
Produção de frutos totais (g planta ⁻¹)	1151	1221	1234	1156	1368	1082
Número de frutos comerciais (planta ⁻¹)	6,8	7,2	7,9	6,9	8,8	6,1
Número de frutos não comerciais (planta ⁻¹)	4,8	5,2	5,0	5,0	5,3	4,7
Número de frutos totais (planta ⁻¹)	10,9	11,8	12,6	11,1	13,7	10,4
Diâmetro de frutos comerciais (mm)	55	53	52	53	53	53
Diâmetro de frutos não comerciais (mm)	60	61	60	61	60	60
Massa fresca unitária de fruto comercial (g planta ⁻¹)	99	91	86	95	87	94
Sólidos solúveis totais (°Brix)	5,2	5,3	5,3	5,3	5,2	5,3
Acidez titulável (%)	0,23	0,20	0,23	0,21 b	0,20 b	0,25 a
Proporção de frutos comerciais (%)	60	56	61	56	60	60
Frutos com podridão apical (%)	3	2	1	2	2	2
Frutos com lóculo aberto (%)	1	2	1	1	3	1
Frutos com broca (%)	34	36	32	35	32	35
Frutos com podridão (%)	2	4	5	6	3	2

Médias seguidas pela mesma letra na linha, dentro da mesma fonte de variação (doses de N ou doses de K), não diferem pelo teste de Duncan a 5%; ausência de letras indica diferença não significativa entre tratamentos.

Ao se avaliar a interação entre as doses de N e K, pode-se constatar um decréscimo significativo no diâmetro de frutos nas plantas crescidas nas doses 100 kg N ha⁻¹ e 250 kg K ha⁻¹ (Tabela 12).

Tabela 12. Produção e diâmetro médio de frutos comerciais de plantas de tomateiro, crescidas sob três doses de N (100, 150 e 200 kg ha⁻¹) e três doses de K (150, 200 e 250 kg ha⁻¹), em condições de campo; efeitos da interação entre as doses de N e de K.

Dose de K (kg ha ⁻¹)	Dose de N (kg ha ⁻¹)			Dose de N (kg ha ⁻¹)		
	100	150	200	100	150	200
	Produção de frutos comerciais (g planta ⁻¹)			Diâmetro médio de frutos comerciais (mm)		
150	955	574	472	57 ab	54 a	50 a
200	649	629	888	59 a	49 a	52 a
250	400	681	615	49 b	55 a	56 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Duncan a 5%; ausência de letras indica diferença não significativa entre tratamentos.

De modo geral, estes resultados estão de acordo com Boaretto et al. (1989), que constataram que o tomateiro quando cultivados em diferentes doses (334 a 905 kg K ha⁻¹) não apresentaram diferenças significativas quanto a produção de frutos, número total de frutos e massa média unitária de frutos. Já Sampaio (1996), ao avaliar a qualidade de frutos de tomateiro, não observou influência das diferentes doses de K no pH e no percentual de sólidos solúveis totais. Entretanto, este mesmo autor constatou respostas semelhantes a deste trabalho, ao qual a foi observado um aumento da acidez titulável com o aumento das doses de K aplicadas. Os frutos das plantas de tomateiro crescidas por Sampaio (1996) na dose de 186 kg K ha⁻¹ apresentaram a 0,26 % de acidez titulável.

Os resultados obtidos neste trabalho coincidem com os de Tanaka et al. (1970), que ao utilizarem doses de 0, 100 e 240 kg K ha⁻¹ em solos com 64 ppm de K, constataram que a dose de 100 kg de K ha⁻¹ foi a dose comercial para a produção do tomateiro. Já Conceição & Pinto (1975), ao cultivar tomateiros com doses de 0, 581 e 1162 kg K ha⁻¹, não encontraram respostas da adubação empregada quanto ao número, diâmetro e massa fresca de frutos. Boaretto et al. (1989) afirmam que a adubação potássica em cultivo a campo pode não ser o fator que aumenta a produção e qualidade de frutos em tomateiro.

Ferreira et al. (2006), ao conduzirem dois experimentos, na primavera/verão com doses de 0, 110, 220 e 880 kg N ha⁻¹ e no outono/inverno com doses de 0, 94, 187, 374 e 748 kg N ha⁻¹ com a cultivar Santa Clara em sistema a campo, também observaram que em ambas as épocas, os valores de pH de polpa, sólidos solúveis totais e acidez titulável não se alteraram com o aumento das doses de N. De modo geral, corroboram com os resultados apresentados pelo híbrido Saladinha nas condições experimentais deste trabalho.

A produtividade obtida no sistema a campo foi de 14,7 Mg ha⁻¹ de frutos comerciais, 15,1 Mg ha⁻¹ de frutos não comerciais e 30,7 Mg ha⁻¹ de produtividade total, na média dos diferentes tratamentos. Cabe ressaltar que o ataque de broca pequena (*Neoleucinodes elegantalis*) em torno de 34 % e demais fatores bióticos, afetaram significativamente a produção de frutos (Tabela 11). Estes fatores ocasionaram a redução do ciclo da planta e a realização de somente duas coletas de dados (estádios de floração e formação do primeiro cacho) (Tabela 10), que gerou a não contabilização de todos os frutos formados nos cachos e a antecipação da coleta final de frutos do experimento. Guimarães (1998) destaca que fatores como a presença do ataque de brocas, a ocorrência de rachaduras e de frutos menores que 40 mm de diâmetro transversal são responsáveis pela queda em torno de 50 % da produtividade comercial do tomateiro.

Caliman et al. (2005), ao conduzirem um experimento a campo utilizando 304 kg N ha⁻¹ e 149 kg K ha⁻¹, obtiveram produtividades comercial e total de 28,3 e 41,2 Mg ha⁻¹ para Carmem, respectivamente, 24,8 e 30,1 Mg ha⁻¹ para Santa Clara e 33,4 e 40,8 para BGH-320. Estes autores destacam que as diferenças entre as produtividades comercial e total foram devidas ao ataque de *Neoleucinodes elegantalis* e diâmetro de frutos menores que 40 mm, corroborando com os problemas apresentados neste trabalho. Gallo et al. (2002) destacam que o ataque de *Neoleucinodes elegantalis* em tomateiro pode levar à perda de produtividade próximas a 50 %. Segundo Guimarães (1998), o aumento das doses de N reduziu a incidência de podridão apical, de broca e de rachaduras.

8.2. Cultivo Hidropônico

A relação N:K de 1:1,5, independentemente da concentração iônica da solução nutritiva, aumentou o diâmetro de caule, assim como a massa seca de folha, caule, frutos, raízes e parte aérea e total no estágio de floração do híbrido Saladinha crescida em hidroponia (Tabela 13). Entretanto as plantas crescidas na concentração iônica de 50 % e com relação N:K de 1:1,5 apresentaram menor razão raiz:parte aérea, quando comparadas às plantas crescidas dos demais tratamentos (Tabela 13).

No estágio de formação do primeiro cacho, as plantas crescidas na solução nutritiva com relação N:K de 1:1,5, independente da concentração iônica, apresentaram maiores diâmetro do caule e acúmulo de massa seca de parte aérea. O maior acúmulo de massa seca de folha foi observado na concentração iônica de 50 % e relação N:K de 1:1,5 (Tabela 13).

No final do ciclo de cultivo pode-se observar que tanto as relações N:K quanto as concentrações iônicas não modificaram a altura da planta, o número de nós, e a massa seca da folha, caule, frutos e parte aérea. Por outro lado, constatou-se que o diâmetro do caule de plantas crescidas na solução com 50 % de concentração iônica e relação N:K de 1:1,5 foi superior aos demais tratamentos (Tabela 13).

Genuncio et al. (2006), ao avaliarem plantas do híbrido Saladinha crescidas em soluções nutritivas de Hoagland com 50, 75 e 100 % da concentração iônica, também não verificaram modificações na altura e massa seca de folhas, caules e parte aérea, assim como na massa seca dos frutos, a partir de diferentes concentrações aplicadas. Fernandes et al. (2002), ao cultivarem o híbrido Carmem em soluções nutritivas contendo 8 e 12 mmol L⁻¹ de N e 8,6 e 12 mmol L⁻¹ de K, para os estádios vegetativo e reprodutivo, respectivamente, verificaram que as diferentes concentrações de N e K também não modificaram as massas secas de folha, caule e frutos. Por outro lado, Rattin et al. (2003), diferentemente do que foi constatado neste trabalho, verificaram que o aumento das concentrações iônicas na solução nutritiva favoreceu a acumulação de massa seca da parte aérea do tomateiro do híbrido Monte Carlo.

Tabela 13. Caracteres associados ao crescimento de plantas de tomateiro, crescidas sob duas concentrações da solução (50 e 75%) e duas razões N:K (1:1,5 e 1:2) na solução, em sistema de cultivo hidropônico, em três estádios de avaliação (floração, formação do primeiro cacho e final do ciclo).

Caracter	Concentração da solução e razão N:K			
	50% 1:1,5	50% 1:2	75% 1:1,5	75% 1:2
Floração				
Altura da planta (cm)	67	60	74	61
Número de nós (planta ⁻¹)	11,3	10,5	12,0	12,8
Diâmetro do caule (mm)	13,8 a	9,3 b	13,6 a	11,1 b
Massa de folhas (g planta ⁻¹)	36,4 a	14,4 b	33,3 a	16,1 b
Massa de caule (g planta ⁻¹)	10,6 a	5,1 b	11,1 a	6,0 b
Massa de frutos (g planta ⁻¹)	1,25 a	0,56 b	1,26 a	0,46 b
Massa de raízes (g planta ⁻¹)	9,4 ab	7,0 bc	11,5 a	6,4 c
Massa de parte aérea (g planta ⁻¹)	48,3 a	19,9 b	45,6 a	22,6 b
Razão raiz : parte aérea (mg g ⁻¹)	201 b	361 a	265 ab	281 ab
Formação do primeiro cacho				
Altura da planta (cm)	109	125	118	105
Número de nós (planta ⁻¹)	15,5	17,5	16,5	14,8
Diâmetro do caule (mm)	16,5 a	12,5 b	15,2 ab	13,0 b
Massa de folhas (g planta ⁻¹)	132,8 a	57,1 b	82,5 b	62,1 b
Massa de caule (g planta ⁻¹)	39,0	24,9	33,2	22,1
Massa de frutos (g planta ⁻¹)	90,1	56,2	77,1	57,9
Massa de parte aérea (g planta ⁻¹)	264 a	140 b	194 ab	143 b
Final do ciclo				
Altura da planta (cm)	116	141	116	137
Número de nós (planta ⁻¹)	17,3	21,0	18,0	21,0
Diâmetro do caule (mm)	18,3 a	13,0 c	16,7 b	13,3 c
Massa de folhas (g planta ⁻¹)	108,5	90,7	102,7	99,2
Massa de caule (g planta ⁻¹)	55,3	54,0	48,1	56,7
Massa de frutos (g planta ⁻¹)	99,2	68,3	87,6	95,4
Massa de parte aérea (g planta ⁻¹)	263	213	238	251

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem pelo teste de Duncan a 5%; ausência de letras indica diferença não significativa entre tratamentos.

As plantas crescidas na relação N:K de 1:1,5 apresentaram maiores conteúdos de N, P, K e Ca na parte aérea, independentemente da concentração iônica da solução nutritiva (Tabela 14). Foi observada uma maior acumulação de Mg na parte aérea do tomateiro crescido na concentração iônica de 50 % na relação N:K de 1:1,5 (Tabela 14). Já no estágio de formação do primeiro cacho, foi observada uma maior acumulação de N, K, Ca e Mg na parte aérea das plantas crescidas em solução nutritiva com 50 % de concentração iônica e relação N:K de 1:1,5. A concentração iônica da solução nutritiva não influenciou na acumulação de P, entretanto as plantas crescidas na relação N:K de 1:1,5 apresentaram maior conteúdo deste nutriente na parte aérea (Tabela 14).

Tabela 14. Caracteres associados à acumulação de nutrientes na parte aérea de plantas de tomateiro, crescidas sob duas concentrações da solução (50 e 75%) e duas razões N:K (1:1,5 e 1:2) na solução, em sistema de cultivo hidropônico, em três estádios de avaliação (floração, formação do primeiro cacho e final do ciclo).

Conteúdo de nutrientes na parte aérea	Concentração da solução e razão N:K			
	50% 1:1,5	50% 1:2	75% 1:1,5	75% 1:2
Floração				
Conteúdo de N (mg planta ⁻¹)	2465 a	973 b	2098 a	1233 b
Conteúdo de K (mg planta ⁻¹)	1513 a	773 b	1623 a	818 b
Conteúdo de P (mg planta ⁻¹)	432 a	151 b	329 a	157 b
Conteúdo de Ca (mg planta ⁻¹)	505 a	134 b	462 a	254 b
Conteúdo de Mg (mg planta ⁻¹)	55,3 a	13,5 c	38,8 b	21,0 c
Formação do primeiro cacho				
Conteúdo de N (mg planta ⁻¹)	9218 a	4943 b	5815 b	4243 b
Conteúdo de K (mg planta ⁻¹)	9100 a	4605 b	5848 b	4493 b
Conteúdo de P (mg planta ⁻¹)	1528 a	810 b	1032 ab	497 b
Conteúdo de Ca (mg planta ⁻¹)	1552 a	805 b	933 b	740 b
Conteúdo de Mg (mg planta ⁻¹)	204 a	92 b	110 b	97 b
Final do ciclo				
Conteúdo de N (mg planta ⁻¹)	10690	9273	9827	9140
Conteúdo de K (mg planta ⁻¹)	9803 a	6783 b	7553 b	7770 ab
Conteúdo de P (mg planta ⁻¹)	2022 a	1402 b	1712 ab	729 c
Conteúdo de Ca (mg planta ⁻¹)	2064	1135	1954	1752
Conteúdo de Mg (mg planta ⁻¹)	102 ab	112 ab	133 a	88 b

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem pelo teste de Duncan a 5%; ausência de letras indica diferença não significativa entre tratamentos.

No final do ciclo, a acumulação de N e Ca não diferiu entre os tratamentos. Por outro lado, pode-se observar um maior conteúdo de K na concentração iônica de 50 % e relação N:K de 1:1,5 e na concentração de 75 % com relação N:K de 1:2,0 (Tabela 14). O menor conteúdo de P foi observado na concentração iônica 75 % e relação N:K de 1:2. Verificou-se uma maior acumulação de Mg nas plantas crescidas no tratamento 75 % e relação N:K de 1:1,5 quando comparadas à relação N:K de 1:2 (Tabela 14). Ao se comparar os conteúdos nutricionais obtidos neste trabalho para o híbrido Saladinha com os verificados por Gargantini & Blanco (1963) para a cultivar Santa Cruz 1639 (ambas do grupo salada), observou-se um maior conteúdo de N, P, K e Ca para o híbrido Saladinha. Por outro lado, a cultivar Santa Cruz 1639 acumulou mais Mg do que o híbrido Saladinha. Fayad et al. (2002), ao pesquisarem a quantidade de nutrientes acumulada pela cultivar EF-50 em ambiente de cultivo protegido, constataram acumulação superior de K, Ca e Mg às obtidas neste trabalho. Por outro lado, os valores dos conteúdos de N e P da cultivar EF-50 obtidos pelos autores foram muito próximos aos de Saladinha.

Pôde-se constatar que não houve efeitos significativos das relações N:K e da concentração iônica da solução nutritiva para o diâmetro de frutos comercial e não comercial, assim como para o número de frutos, produção de frutos totais, comerciais e não comerciais,

massa fresca unitária e sólidos solúveis totais. Por outro lado, foi observada um decréscimo significativo da acidez titulável nas plantas crescidas na solução com 50% da concentração iônica e na relação N:K de 1:2,0 (Tabela 15). Genuncio et al. (2006), ao cultivarem o híbrido Saladinha em hidroponia, obtiveram uma produção superior em 37 % da produção observada neste trabalho (Tabela 15).

Ao se analisar os fatores que contribuíram para a obtenção de frutos sem padrão comercial, constatou-se que o distúrbio fisiológico denominado lóculo aberto foi o principal agente causador, com 59% de percentual de frutos apresentando este sintoma (Tabela 15). Este distúrbio tem como agente causal a falta de boro, assim como uma ineficiência na polinização de frutos, sendo que estes fatores podem afetar diretamente o florescimento e a frutificação, com o fruto do tomateiro apresentando-se áspero e fendido (Epstein & Bloom, 2006). Malavolta (2006) destaca que existe uma relação estreita entre a formação da parede celular primária do fruto e a nutrição de B, pois a concentração deste elemento está em torno de 90 % nesta localidade (na forma de pectatos) e sua deficiência favorece ao surgimento deste distúrbio fisiológico.

As plantas crescidas na concentração iônica de 75 % e relação N:K de 1:1,5 foram as que apresentaram menor incidência de lóculo aberto (Tabela 15). Filgueira (2008) também destaca que a incidência de lóculo aberto em tomateiro é alta em frutos pluriloculares do grupo Salada e, quanto maior o número de lóculos e a massa unitária de frutos, maior é a incidência deste distúrbio, com redução na produção total que pode chegar a 62 % em tomateiros comerciais.

Tabela 15. Caracteres associados à produção e qualidade de frutos de plantas de tomateiro, crescidas sob duas concentrações da solução (50 e 75%) e duas razões N:K (1:1,5 e 1:2) na solução, em sistema de cultivo hidropônico.

Caracter	Concentração da solução e razão N:K			
	50% 1:1,5	50% 1:2	75% 1:1,5	75% 1:2
Produção de frutos comerciais (g planta ⁻¹)	701	525	754	448
Produção de frutos não comerciais (g planta ⁻¹)	1639	1267	1054	1709
Produção de frutos totais (g planta ⁻¹)	2340	1792	1808	2156
Número de frutos comerciais (planta ⁻¹)	12	11	16	10
Número de frutos não comerciais (planta ⁻¹)	25	18	19	27
Número de frutos totais (planta ⁻¹)	37	29	34	38
Diâmetro de frutos comerciais (mm)	50	46	46	46
Diâmetro de frutos não comerciais (mm)	51	52	47	51
Massa fresca unitária de frutos (g fruto ⁻¹)	57	48	48	47
Sólidos solúveis totais (°Brix)	5,7	5,8	6,0	6,0
Acidez titulável (%)	0,22 a	0,18 b	0,23 a	0,21 a
Proporção de frutos comerciais (%)	32 ab	38 ab	47 a	26 b
Frutos com podridão apical (%)	3	1	3	2
Frutos com lóculo aberto (%)	60 ab	60 ab	47 b	68 a
Frutos com broca (%)	3	1	3	3
Frutos com podridão (%)	1	1	0	1

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem pelo teste de Duncan a 5%; ausência de letras indica diferença não significativa entre tratamentos.

Fernandes et al. (2002), avaliando produtividade, qualidade de frutos e o estado nutricional de tomateiro cultivar Carmem crescidas em soluções nutritivas diferenciadas para o estágio vegetativo e reprodutivo, também verificaram não haver diferenças significativas para produção, matéria seca de fruto, matéria seca de parte aérea, percentual de sólidos solúveis totais, acidez titulável, assim como pH da polpa. Cabe ressaltar que Fernandes et al. (2002) conduziram as plantas com um único cacho e os valores de massa seca das partes, assim como da produção, não podem ser comparados com o desse experimento. Entretanto, Fernandes et al. (2002) observaram valores médios de sólidos solúveis de 5,1, de acidez titulável de 0,4 e pH de polpa de 5,0, próximos ao observados neste trabalho.

Por outro lado, Gualberto et al. (2002), ao avaliarem quatro cultivares de tomateiro em três ensaios implantados em diferentes épocas, utilizando uma solução nutritiva com relação N:K de 1:1,75, demonstraram haver uma interação significativa entre cultivares e épocas de plantio. Estes autores observaram um acréscimo significativo na produtividade total e comercial, assim como na massa unitária de frutos das cultivares Carmem, Vita e Diva crescidas nos meses de julho a dezembro. Estas respostas denotam que as relações entre ambiente e adubação nitrogenada e potássica podem favorecer a respostas diferenciadas quanto à produção e qualidade de frutos de cultivares comerciais.

8.3. Cultivo Fertirrigado

As doses de N e K utilizadas no sistema fertirrigado não modificaram a altura de planta, números de nós e a massa de frutos nos estádios de floração, formação do primeiro cacho, assim como no final de ciclo da cultura (Tabela 16). Também não foram observadas influências significativas das doses de N e K para a massa seca de raízes, massa seca de parte aérea e razão raiz:parte aérea no estágio de floração (Tabela 16). Entretanto, foram observados efeitos significativos das doses de N e K para o diâmetro de caule, com plantas apresentando os menores diâmetros quando crescidas no tratamento com N:K de 200:400 kg ha⁻¹, no estágio de floração (Tabela 16). As plantas crescidas nas doses N:K de 200:300 kg ha⁻¹ e N:K de 300:600 kg ha⁻¹ apresentaram diâmetros de caule superiores aos demais tratamentos no estágio de formação do primeiro cacho. No final de ciclo foram observados valores de diâmetro de caule significativamente superiores na dose N:K de 300:600 kg ha⁻¹ (Tabela 16).

As plantas crescidas na dose N:K de 200:400 kg ha⁻¹ tiveram maiores acúmulos de massa seca de folha quando comparadas às plantas crescidas nas doses de N:K de 300:600 kg ha⁻¹. Entretanto, no estágio de formação de primeiro cacho, as plantas crescidas nas doses N:K de 300:600 kg ha⁻¹ acumularam maior massa de folha, estabilizando-se até o final de ciclo (Tabela 16). Nos estádios de formação do primeiro cacho e final de ciclo, as plantas crescidas no tratamento com N:K de 300:600 kg ha⁻¹ apresentaram massa seca de parte aérea superior às plantas crescidas nos tratamentos N:K de 200:300 kg ha⁻¹ e N:K de 200:400 kg ha⁻¹ (Tabela 16). Hebbbar et al. (2004), ao avaliarem o efeito de diferentes fontes dos nutrientes N, P e K no crescimento do tomateiro híbrido Arka Abhijit, utilizando uma razão N:K de 180:100 kg ha⁻¹ em sistema fertirrigado, verificaram acumulação de massa seca da parte aérea próxima às observadas neste trabalho. Já Andriolo et al. (2004), ao crescerem plantas de tomateiro Monte Carlo sob diferentes concentrações de N (5,5; 11,0 e 15,2 mmol L⁻¹), também verificaram que as concentrações de N não afetaram a taxa de acumulação de massa seca tanto de folhas como de caule.

Tabela 16. Caracteres associados ao crescimento de plantas de tomateiro, crescidas sob quatro razões N:K (200:300, 200:400, 300:450 e 300:600, em kg ha⁻¹) aplicadas ao substrato, em sistema de cultivo fertirrigado, em três estádios de avaliação (floração, formação do primeiro cacho e final do ciclo).

Caracter	Razão N:K (kg ha ⁻¹)			
	200:300	200:400	300:450	300:600
Floração				
Altura da planta (cm)	75	72	78	84
Número de nós (planta ⁻¹)	10,8	11,0	10,8	11,3
Diâmetro do caule (mm)	16,1 a	13,4 b	14,7 ab	16,5 a
Massa de folhas (g planta ⁻¹)	26,3 ab	33,8 a	31,5 ab	22,4 b
Massa de caule (g planta ⁻¹)	11,7 ab	8,4 b	10,6 ab	13,5 a
Massa de frutos (g planta ⁻¹)	1,11	0,53	1,41	1,74
Massa de raízes (g planta ⁻¹)	13,0	11,6	11,1	15,5
Massa de parte aérea (g planta ⁻¹)	39,1	42,8	43,5	37,6
Razão raiz : parte aérea (mg g ⁻¹)	339	273	253	417
Formação do primeiro cacho				
Altura da planta (cm)	135	132	138	139
Número de nós (planta ⁻¹)	16,8	16,8	18,3	16,8
Diâmetro do caule (mm)	15,5 ab	11,6 b	13,2 b	17,2 a
Massa de folhas (g planta ⁻¹)	67,1 b	57,2 b	70,0 b	84,4 a
Massa de caule (g planta ⁻¹)	32,3 ab	25,5 b	31,5 ab	36,1 a
Massa de frutos (g planta ⁻¹)	43,8	44,8	48,5	44,4
Massa de parte aérea (g planta ⁻¹)	143 bc	128 c	150 ab	165 a
Final do ciclo				
Altura da planta (cm)	138	130	162	151
Número de nós (planta ⁻¹)	18,7	19,0	22,3	20,7
Diâmetro do caule (mm)	19,0 b	17,0 c	19,0 b	22,0 a
Massa de folhas (g planta ⁻¹)	93,4 bc	70,5 c	100,9 ab	121,1 a
Massa de caule (g planta ⁻¹)	45,9 b	43,7 b	66,4 a	63,6 a
Massa de frutos (g planta ⁻¹)	99,0	95,2	87,9	100,1
Massa de parte aérea (g planta ⁻¹)	238 bc	210 c	255 ab	285 a

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem pelo teste de Duncan a 5%; ausência de letras indica diferença não significativa entre tratamentos.

Os conteúdos de N do híbrido Saladinha foram maiores nas plantas crescidas nas doses N:K de 200:400 kg ha⁻¹, assim como nas doses N:K de 300:450 kg ha⁻¹ na época de floração, quando comparados às plantas dos demais tratamentos (Tabela 17). Por outro lado, ao se avaliarem as plantas crescidas nas doses N:K de 300:450 kg ha⁻¹ e N:K de 300:600 kg ha⁻¹, no estádio de formação do primeiro cacho, pode-se verificar um maior acúmulo de N na parte aérea destas plantas (Tabela 17). No final de ciclo, as plantas crescidas nas doses N:K de 200:400 kg ha⁻¹ apresentaram os menores conteúdos de N na parte aérea (Tabela 17).

A acumulação de P e Mg na parte aérea do tomateiro cultivado em fertirrigação não sofreu influência das diferentes doses de N e K em todos os estádios avaliados (floração, formação do primeiro cacho e final de ciclo). Também não foram observadas diferenças significativas nos conteúdos de K e Ca tanto na floração quanto no final de ciclo (Tabela 17).

As doses N:K de 300:600 kg ha⁻¹ aumentaram os conteúdos de K e Ca na parte aérea do tomateiro do híbrido Saladinha durante a formação do primeiro cacho, e as doses N:K de 200:400 kg ha⁻¹ aumentaram o conteúdo de Ca no estágio de formação do primeiro cacho (Tabela 17).

Os conteúdos de N e K observados no sistema fertirrigado foram superiores aos observados por Gargantini & Blanco (1963), assim como os obtidos por Friss-Nielsen (1963); entretanto, os conteúdos de P, Ca e Mg foram inferiores quando comparados aos obtidos por estes autores. Já ao se comparar os conteúdos de N aos obtidos por Fayad et al. (2002), pode-se constatar que os valores são aproximados. Por outro lado, os conteúdos de K, P, Ca e Mg também foram inferiores aos encontrados por Fayad et al. (2002).

Tabela 17. Caracteres associados à acumulação de nutrientes na parte aérea de plantas de tomateiro, crescidas sob quatro razões N:K (200:300, 200:400, 300:450 e 300:600, em kg ha⁻¹) aplicadas ao substrato, em sistema de cultivo fertirrigado, em três estádios de avaliação (floração, formação do primeiro cacho e final do ciclo).

Conteúdo de nutrientes na parte aérea	Razão N:K (kg ha ⁻¹)			
	200:300	200:400	300:450	300:600
Floração				
Conteúdo de N (mg planta ⁻¹)	1265 b	1693 a	1465 ab	1178 b
Conteúdo de K (mg planta ⁻¹)	1305	1810	1523	1385
Conteúdo de P (mg planta ⁻¹)	72	76	78	77
Conteúdo de Ca (mg planta ⁻¹)	177	170	189	204
Conteúdo de Mg (mg planta ⁻¹)	20,3	20,5	27,5	23,3
Formação do primeiro cacho				
Conteúdo de N (mg planta ⁻¹)	5108 bc	4538 c	5940 ab	6678 a
Conteúdo de K (mg planta ⁻¹)	5148 b	5030 b	5778 b	6845 a
Conteúdo de P (mg planta ⁻¹)	540	629	562	675
Conteúdo de Ca (mg planta ⁻¹)	838 ab	614 b	853 ab	1010 a
Conteúdo de Mg (mg planta ⁻¹)	87	107	99	96
Final do ciclo				
Conteúdo de N (mg planta ⁻¹)	8977 ab	6907 b	9180 ab	11110 a
Conteúdo de K (mg planta ⁻¹)	8450	7627	9823	9520
Conteúdo de P (mg planta ⁻¹)	666	601	533	680
Conteúdo de Ca (mg planta ⁻¹)	1056	663	761	874
Conteúdo de Mg (mg planta ⁻¹)	156	153	135	139

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem pelo teste de Duncan a 5%; ausência de letras indica diferença não significativa entre tratamentos.

Quanto à produção e qualidade de frutos, pode-se constatar que as doses de N e K aplicadas na fertirrigação não modificaram o diâmetro de fruto, tanto comercial como não comercial, assim como o número de frutos comerciais, a produção de frutos totais, a massa fresca unitária de frutos, o percentual de sólidos solúveis totais e a acidez titulável (Tabela 18) Por outro lado, as plantas crescidas nas doses de 300:600 kg ha⁻¹ apresentaram um maior produção de frutos não comerciais, menor produção de frutos comerciais, assim como um maior número de frutos não comerciais e totais. As plantas conduzidas nas doses de N:K de

200:300, 200:400 e 300:450 não apresentaram efeitos significativos para a produção de frutos comerciais (Tabela 18).

Foi observada neste sistema, similarmente ao hidropônico, a presença expressiva do lóculo aberto nos frutos das plantas crescidas nas doses de 300 kg N ha⁻¹ e, 450 e 600 kg K ha⁻¹ (Tabela 18). O distúrbio lóculo aberto, assim como a podridão apical, foram responsáveis pela queda de percentual de frutos comerciais em torno de 50 %, independentemente do tratamento. O somatório da podridão apical e lóculo aberto nas plantas crescidas nas maiores doses de N:K (300:600 kg ha⁻¹) foi de 70 % (Tabela 18).

Tabela 18. Caracteres associados à produção e qualidade de frutos de plantas de tomateiro, crescidas sob quatro razões N:K (200:300, 200:400, 300:450 e 300:600, em kg ha⁻¹) aplicadas ao substrato, em sistema de cultivo fertirrigado.

Caracter	Razão N:K (kg ha ⁻¹)			
	200:300	200:400	300:450	300:600
Produção de frutos comerciais (g planta ⁻¹)	1132 a	1110 a	873 ab	575 b
Produção de frutos não comerciais (g planta ⁻¹)	917 b	998 b	992 b	1509 a
Produção de frutos totais (g planta ⁻¹)	2049	2108	1864	2084
Número de frutos comerciais (planta ⁻¹)	18	17	15	10
Número de frutos não comerciais (planta ⁻¹)	16 b	16 b	18 b	31 a
Número de frutos totais (planta ⁻¹)	35 b	34 b	34 b	41 a
Diâmetro de frutos comerciais (mm)	51	51	49	50
Diâmetro de frutos não comerciais (mm)	50	49	50	48
Massa fresca unitária de frutos (g fruto ⁻¹)	64	69	62	59
Sólidos solúveis totais (°Brix)	5,4	4,8	5,0	5,1
Acidez titulável (%)	0,25	0,26	0,29	0,24
Proporção de frutos comerciais (%)	53 a	51 a	45 a	24 b
Frutos com podridão apical (%)	16	17	18	30
Frutos com lóculo aberto (%)	27 b	24 b	30 ab	40 a
Frutos com broca (%)	2	3	2	3
Frutos com podridão (%)	3	4	4	3

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem pelo teste de Duncan a 5%; ausência de letras indica diferença não significativa entre tratamentos.

Carvalho et al. (2005), ao cultivarem os híbridos Andréia, Débora Max, Carmem e Diana em substrato comercial e solução nutritiva, não observaram diferenças significativas entre os híbridos quanto ao percentual de acidez titulável (média de 0,40 %) e pH da polpa (média de 4,23). Entretanto, esses autores observaram diferenças significativas no percentual de sólidos solúveis totais entre os híbridos utilizados, demonstrando que essas características estão ligadas ao genótipo plantado. Carvalho et al. (2005), ao avaliarem a qualidade de frutos das cultivares Andréia e Diana, em cultivo protegido e fertirrigado, também não encontraram diferenças significativas para a acidez titulável e pH, mas o conteúdo de sólidos solúveis totais e o flavor diferiram entre cultivares. Estas diferenças, segundo os autores, devem-se as características genotípicas das cultivares e inter-relações com os fatores produtivos (condições edafoclimáticas).

8.4. Análise Conjunta dos Sistemas

A produção total de frutos do híbrido Saladinha foi significativamente diferente entre os ambientes, sendo observada uma superioridade na produção da cultura crescida sob ambiente protegido (Tabela 19). A produtividade total no sistema hidropônico foi de 51,6 Mg ha⁻¹ e a do sistema fertirrigado foi de 51,7 Mg ha⁻¹. Já para o sistema a campo, foi observada uma produtividade de 34,3 Mg ha⁻¹. As produtividades observadas neste trabalho estão muito abaixo das médias verificadas por diversos autores, tanto para cultivo a campo como para ambiente protegido (Gualberto et al., 2002). Por outro lado, as produtividades observadas neste trabalho aproximam-se das encontradas por Eklund et al. (2008), entre 46 a 68 Mg ha⁻¹ para as cultivares Cronos e Pegasus, respectivamente, em ambiente de cultivo protegido. Loos et al. (2008) também constataram em ambiente protegido produtividades comerciais aproximadas às observadas para o híbrido Saladinha, com 55 Mg ha⁻¹ e 40 Mg ha⁻¹ para os tomateiros Débora Plus e Santa Clara, respectivamente.

As altas temperaturas, tanto no cultivo a campo quanto no ambiente protegido, podem ter sido responsáveis pelo decréscimo significativo das produtividades nos sistemas estudados (Tabela 20). Moraes (1997) destaca que para uma eficaz formação da flor, formação e fixação do fruto na planta, assim como para uma maturação uniforme de frutos, as plantas de tomateiro devem ser cultivadas em temperaturas entre 18 e 26 °C. Temperaturas altas em ambiente protegido podem provocar baixas taxas transpiratórias e conseqüente redução da fotossíntese líquida da plantas, assim como podem causar reduções significativas nas taxas de polinização e aumento no percentual de abortamento de flores. Estes fatores podem induzir a decréscimos da produção e produtividade do tomateiro tanto cultivado a campo como em ambiente protegido (Alvarenga, 2004).

A produção comercial de frutos do híbrido Saladinha em hidroponia foi inferior aos demais sistemas (Tabela 19). Por outro lado, o percentual de sólidos solúveis totais das plantas crescidas em sistema hidropônico foi superior às plantas cultivadas nos demais sistemas (Tabela 19). Os valores de produção de frutos no sistema hidropônico não estão de acordo com os verificados para o híbrido Saladinha por Genuncio et al. (2006). Fernandes et al. (2002) também observaram valores superiores para a cultivar Carmem conduzida em hidroponia com somente 1 cacho.

As plantas crescidas em ambiente protegido, independentemente do sistema de cultivo (fertirrigado ou hidropônico), apresentaram números de frutos totais e comerciais superiores ao observados nas plantas cultivadas a campo (Tabela 19). Eklund et al. (2008) observaram valores de produção total e comercial de frutos para sete cultivares crescidas em casa-de-vegetação próximos aos valores obtidos neste trabalho. As plantas conduzidas em sistema a campo apresentaram frutos não comerciais com maior diâmetro, assim como frutos com massa unitária superior em até 100 % às observadas nos demais sistemas (Tabela 19).

Tabela 19. Análise conjunta dos sistemas hidropônico, fertirrigado e campo, de caracteres associados à produção e qualidade de frutos de plantas de tomateiro; médias de quatro razões N:K aplicadas.

Caracter	Sistema		
	Hidropônico	Fertirrigado	Campo
Produção de frutos comerciais (g planta ⁻¹)	607 b	923 a	744 ab
Produção de frutos não comerciais (g planta ⁻¹)	1417 a	1104 a	657 b
Produção de frutos totais (g planta ⁻¹)	2024 a	2026 a	1344 b
Número de frutos comerciais (planta ⁻¹)	12,3 a	15,2 a	7,6 b
Número de frutos não comerciais (planta ⁻¹)	22,3 a	20,5 a	5,4 b
Número de frutos totais (planta ⁻¹)	34,5 a	35,6 a	12,4 b
Diâmetro de frutos comerciais (mm)	47	50	51
Diâmetro de frutos não comerciais (mm)	50 b	49 b	62 a
Massa fresca unitária de frutos (g fruto ⁻¹)	50 c	61 b	101 a
Sólidos solúveis totais (°Brix)	5,9 a	5,1 b	5,2 b
Acidez titulável (%)	0,21	0,26	0,21
Proporção de frutos comerciais (%)	36 b	43 ab	58 a
Frutos com podridão apical (%)	2 b	20 a	2 b
Frutos com lóculo aberto (%)	59 a	30 b	2 c
Frutos com broca (%)	2 b	2 b	35 a
Frutos com podridão (%)	1	4	4

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem pelo teste de Duncan a 5%; ausência de letras indica diferença não significativa entre sistemas.

Tabela 20. Médias de temperatura máxima, mínima e umidade relativa do ar observadas para o tomateiro crescido em sistemas a campo e cultivo protegido nos meses de setembro de 2005 a fevereiro de 2006 em Seropédica, RJ.

Data	T max. (°C)	T min. (°C)	UR (%)	T max. (°C)	T min. (°C)	UR (%)
Sistemas	Cultivo protegido			A campo		
Out/2005	33,5	22,6	71,3	31,8	21,2	62,5
Nov/2005	32,3	21,3	65,9	32,2	20,9	60,5
Dez/2005	32,3	22,0	67,1	35,0	21,5	61,8
Jan/2005	34,5	23,1	67,6	39,1	23,4	62,2
Fev/2005	34,7	23,7	71,8	37,2	23,8	76,4
Média	33,4	22,5	68,7	35,0	22,1	64,7

Destaca-se que houve uma alta perda em produção de frutos comerciais para todos os sistemas de cultivo. Para o campo, a redução no percentual de frutos comerciais deveu-se principalmente ao alto ataque de broca pequena (*Neoleucinodes elegantalis*). Já no sistema fertirrigado observou-se um maior índice de podridão apical que nos demais sistemas. A ocorrência de lóculo aberto foi maior nas plantas conduzidas em hidroponia (Tabela 19). Loos et al. (2008) destacam que as principais perdas ocasionadas por distúrbios fisiológicos em plantas de tomateiro cultivadas em ambiente protegido são as mudanças bruscas de temperatura, assim como a variação da umidade do solo e o uso de fontes de N amoniacal. Quanto aos fatores bióticos, Loos et al. (2008) identificaram que o ataque de *Hecoverpa zea*, *Neoleucinodes elegantalis*, *Pectobacterium spp.* e *Alternaria solani* foram as principais causas para a perda na produção comercial das cultivares Débora Plus e Santa Clara crescidas em ambiente protegido de cultivo.

9. CONCLUSÕES

As doses de 100, 150 e 200 kg N ha⁻¹, e de 150, 200 e 250 kg K ha⁻¹, combinadas num fatorial 3x3, não influenciaram no crescimento, assim como na produção e qualidade de frutos do híbrido Saladinha conduzido a campo.

As relações N:K de 1:1,5 e 1:2,0 não modificaram o crescimento, assim como a produção e qualidade de frutos do híbrido Saladinha conduzido em hidroponia, entretanto, observou-se que a relação N:K de 1:1,5 aumentou a acumulação de K, P e Mg na parte aérea das plantas neste cultivo.

Em fertirrigação, as maiores doses de N:K aumentaram o crescimento das plantas ao final do ciclo, assim como aumentaram os conteúdos de N, K e Ca no período reprodutivo (estádio de formação do primeiro cacho) e conteúdo de N ao final do ciclo.

As maiores doses de N:K em fertirrigação aumentaram a produção de frutos não comerciais, a quantidade de frutos não comerciais e frutos com podridão apical e lóculo aberto. Por outro lado, as plantas crescidas nas menores doses de N:K apresentaram uma maior produção de frutos comerciais.

A produção total de frutos, assim como o número de frutos totais e comerciais, foram superiores em ambiente protegido, porém a produção comercial de frutos em hidroponia foi inferior aos demais sistemas de cultivo.

A produção e a qualidade de frutos foi afetada pelo ataque de *Neoleucinodes elegantalis* nas plantas conduzidas a campo. A podridão apical e lóculo aberto foram os fatores abióticos que reduziram a produção e qualidade de frutos nos cultivos em hidroponia e fertirrigação

10. CAPÍTULO II

ACUMULAÇÃO DE BIOMASSA E MACRONUTRIENTES, PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS DE TOMATEIRO CULTIVADO A CAMPO, HIDROPONIA E FERTIRRIGAÇÃO SOB DIFERENTES DOSES DE POTÁSSIO

11. RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar, através da análise de crescimento, o acúmulo de biomassa e macronutrientes na parte aérea, assim como a produção e a qualidade de frutos do tomateiro híbrido Saladinha, conduzido sob diferentes doses de K e diferentes sistemas de cultivo. Foram conduzidos três experimentos entre julho e novembro de 2006. No sistema a campo, utilizou-se um esquema fatorial 3×6, com três doses de K (150, 225 e 300 kg K ha⁻¹) e seis épocas de coleta (15, 30, 45, 60, 75, 90 dias após transplante - DAT). No sistema hidropônico foram utilizadas duas soluções nutritivas (razões N:K 1:1,5 e 1:2,0 e 50% da concentração iônica). No sistema fertirrigado, foram testadas duas doses de K (300 e 400 kg K ha⁻¹). Nos dois últimos sistemas foi adotado um esquema fatorial 2×7, combinando dois tratamentos e sete épocas de coleta (15, 30, 45, 60, 75, 90 e 105 DAT). Foram determinados a biomassa e os conteúdos de N, K, P, Ca e Mg na parte aérea e a produção de frutos e caracteres qualitativos dos frutos ao final do ciclo. A campo, as maiores doses de K estimularam o crescimento e a acumulação de nutrientes no estágio vegetativo, propiciando superiores taxas de crescimento e de acumulação de nutrientes, porém valores similares de acumulação de biomassa e nutrientes na parte aérea foram observados dentre os tratamentos ao final do ciclo. As doses de K não modificaram a produção de frutos, mas a dose de 300 kg K ha⁻¹ aumentou o diâmetro de frutos comerciais. Em hidroponia, as plantas na relação N:K 1:1,5 apresentaram máxima taxa de acumulação de biomassa e de N, K, e P aos 45 DAT, enquanto as crescidas na razão N:K 1:2,0 tiveram acumulação máxima aos 60 DAT. Desta forma, a acumulação de biomassa e nutrientes na parte aérea ao final do ciclo não diferiu entre os tratamentos. As razões N:K não modificaram a produção de frutos, mas a razão 1:2,0 aumentou o número de frutos comerciais. Em fertirrigação, as plantas crescidas na dose de 400 kg K ha⁻¹ mantiveram taxas de crescimento e de acumulação de nutrientes superiores durante o ciclo de crescimento. A dose de 400 kg K ha⁻¹ aumentou a produção e o número de frutos comerciais. Na comparação entre os sistemas, observou-se a campo maior massa fresca e diâmetro de frutos comerciais. A produção de frutos comerciais e total, assim como o número de frutos comerciais e totais, foram superiores em hidroponia. O ataque de *Neoleucinodes elegantalis* a campo, a podridão apical e o lóculo aberto em fertirrigação e hidroponia, foram os fatores que mais contribuíram para a redução do percentual de frutos comerciais. Conclui-se que a dose de 300 kg K ha⁻¹ aumentou a qualidade de frutos a campo. Em hidroponia, a razão N:K 1:2,0 aumentou o número de frutos comerciais. A dose de 400 kg K ha⁻¹ aumentou o crescimento, a acumulação de nutrientes e a produção de frutos sob fertirrigação.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum*. Análise de crescimento. Qualidade de frutos.

12. ABSTRACT

This work intended to evaluate, through plant growth analysis, the accumulation of biomass and nutrients in shoots, and the fruit yield and quality of the tomato hybrid Saladinha, conducted at different K levels and different cultivation systems. Three experiments were carried out between July and November 2006. In the field, a 3×6 factorial was used, with three K levels (150, 225 and 300 kg K ha⁻¹) and six times of sampling (15, 30, 45, 60, 75, 90 days after transplanting - DAT). In hydroponics, two nutrient solutions were used (N:K ratios of 1:1.5 and 1:2.0 at 50% of the ionic strength). In fertirrigation, two K levels (300 and 400 kg K ha⁻¹) were tested. In the latter systems, a 2×7 factorial was used, combining two treatments and seven times of sampling (15, 30, 45, 60, 75, 90 e 105 DAT). The accumulation of biomass and nutrient in shoots were determined, through two-week spaced samplings. Fruit yield and quality were evaluated at the end of the growth cycle. In the field, higher K levels stimulated the growth and nutrient accumulation at vegetative stages, providing higher rates of growth and nutrient accumulation, but similar values of accumulation of biomass and nutrient were observed among treatments at the end of the growth cycle. The K levels did not modify fruit yield, but the level of 300 kg K ha⁻¹ increased the diameter of commercial fruits. In hydroponics, plants grown at the N:K ratio 1:1.5 showed maximal rates of accumulation of biomass and N, P and K at 45 DAT, whereas plants grown at the N:K ratio 1:2.0 had maximal accumulation at 60 DAT. Therefore, shoot biomass and nutrient accumulation did not differ between treatments at the end of the growth cycle. The N:K ratios did not modify fruit yield, but the ratio 1:2.0 increased the number of commercial fruits. In fertirrigation, plant grown at the level of 400 kg K ha⁻¹ maintained higher rates of growth and nutrient accumulation during the whole growth cycle. The level of 400 kg K ha⁻¹ increased the yield and the number of commercial fruits. Comparing the cultivation systems, a higher fresh mass and diameter of commercial fruits were observed in the field. The commercial and total fruit yield, and the number of total and commercial fruits, were higher in hydroponics. The attack of *Neoleucinodes elegantalis* in the field, the rot apical and the open locule in fertirrigation and hydroponics, were the most relevant factors to reduced the proportion of commercial fruits. It is concluded that the level of 300 kg K ha⁻¹ improved the fruit quality in the field. In hydroponics, the N:K ratio 1:2.0 increased the number of commercial fruits. The levels of 400 kg K ha⁻¹ increased the growth, nutrient accumulation and fruit yield in fertirrigation.

Key words: *Solanum lycopersicum*. Growth analysis. Fruit quality.

13. INTRODUÇÃO

Ao se produzir hortaliças de frutos como o tomateiro, o objetivo maior do manejo nutricional consiste em maximizar a produção de frutos com boa qualidade. A planta passa a ser vista como sendo constituída por dois compartimentos: um de natureza vegetativa e outro de natureza armazenadora, sendo o primeiro responsável pela síntese de fotoassimilados (fonte) e o outro pela estocagem (dreno) (Andriolo, 1999).

A manutenção adequada da concentração dos elementos minerais nos sistemas de cultivo, pela aplicação visando a demanda por nutrientes em cada estágio do ciclo do tomateiro, é de fundamental importância para a obtenção de um adequado crescimento da cultura, assim como a possibilidade no incremento em produção de frutos (Andriolo, 1999). A aplicação de nutrientes através de técnicas como a fertirrigação ou hidroponia possibilita a maximização da absorção de nutrientes, pela melhor distribuição dos mesmos nas zonas próximas às raízes por processos como difusão e fluxo de massa (Fayad et al., 2002).

Um adequado conhecimento das exigências nutricionais do tomateiro em cada estágio de crescimento é de extrema importância para o manejo da adubação durante o ciclo da cultura (Minami & Haag, 1989). Fontes & Guimarães (1999) destacam que estudos para estabelecer critérios técnicos para manejo da adubação na produção comercial do tomateiro são precários no Brasil, e que parâmetros como doses econômicas e formas de aplicação são fundamentais para um ganho em produção e qualidade de frutos deste cultivo. Trabalhos como os de Gargantini & Blanco (1963), Fernandes et al. (1975) e Martins et al. (1987), ao avaliarem o acúmulo de nutrientes durante o ciclo do tomateiro, evidenciam que a maior fase de crescimento da cultura é a partir dos 45 a 50 dias após transplante.

Ao se relacionar qualidade de frutos com nutrientes requeridos pela planta, o K destaca-se como nutriente maximizador de atributos de qualidade, devido aos seus importantes efeitos nos frutos, uma vez que ele afeta atributos como a cor, tamanho, acidez, resistência ao transporte, manuseio, armazenamento, valor nutritivo e qualidades industriais (Raij, 1993). Macedo & Alvarenga (2005) destacam que o K pode afetar o percentual de sólidos solúveis totais, pH de polpa e acidez titulável dos frutos de plantas cultivadas.

Uma ferramenta importante para se avaliar o acúmulo de biomassa, assim como os conteúdos e taxas de acumulação de nutrientes em uma planta, consiste na análise de crescimento vegetal. Esta ferramenta tem sido usada por pesquisadores, na tentativa de explicar se diferenças no crescimento são de ordem genética ou resultante de modificações do ambiente, ou ambas (Brandelero et al., 2002). A análise das características de crescimento vegetal pode ser usada, conseqüentemente, para se estimar a produtividade biológica ou primária, assim como pode expressar as condições morfofisiológicas da planta em intervalos de tempo (Nieuwhof et al., 1991). Os índices fisiológicos envolvidos e determinados na análise de crescimento indicam a capacidade do sistema assimilatório (fonte) das plantas em sintetizar e alocar a matéria orgânica nos diversos órgãos (drenos) que dependem da fotossíntese, respiração e translocação de fotoassimilados dos sítios de fixação aos locais de utilização ou de armazenamento. Portanto, as condições fisiológicas da planta expressam a produção líquida derivada do processo fotossintético. Esse desempenho é influenciado pelos fatores bióticos e abióticos (Fontes et al., 2004).

Pesquisas que elucidem a influência do K no crescimento e na acumulação de nutrientes, assim como na melhoria da produção comercial e qualidade de frutos, são necessárias. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da adubação potássica no crescimento e na acumulação de nutrientes em diferentes estágios da cultura do tomateiro, assim como na produção total e comercial e na qualidade de frutos do híbrido Saladinha crescido a campo, em hidroponia e sob fertirrigação.

14. MATERIAL E MÉTODOS

14.1. Área Experimental

O experimento foi conduzido na área experimental do Departamento de Solos, no Instituto de Agronomia da UFRRJ. Foram implantados três sistemas de cultivo para o tomateiro: a campo, hidropônico e fertirrigado. Foi utilizada a mesma casa-de-vegetação do experimento anterior para a condução das plantas nos sistemas hidropônico e fertirrigado.

14.2. Implantação dos Experimentos

Os três sistemas de cultivo foram implantados simultaneamente (fase de transplante das mudas para as áreas experimentais), em 22 de julho de 2006 e conduzidos até o dia 11 de novembro de 2006. A semeadura foi realizada no dia 17 de junho de 2006 (fase de preparo das mudas), utilizando-se substrato de fibra de coco e bandejas de isopor contendo 188 células. A análise química da fibra utilizada para a germinação indicou valores de pH de 5,7; condutividade elétrica de 1,2 mS cm⁻¹ determinados a partir da análise de uma alíquota do extrato obtido da relação entre 1:1,5 entre o substrato e água; macronutrientes (em mmol L⁻¹) 0,5 de NH₄; 0,9 de NO₃; 7 de K; 1,0 de Cl; 0,7 de Na; 3,4 de SO₄; 0,6 de Ca; HCO₃ < 0,1; 0,6 de Mg; 2,11 de P; micronutrientes (em μmol L⁻¹) 1 de Fe; 1,3 de B; 1,9 de Mn; Cu < 0,1 e 0,7 de Zn segundo Ende (1989).

A germinação foi na ausência de radiação solar no decorrer das primeiras 72 horas e logo após, as sementes foram postas para crescer em casa de vegetação, temperatura em torno de 25 °C e UR de 80 %. As plântulas receberam solução de Hoagland & Arnon diluída a ¼ aos 15 dias após plantio. Aos 35 dias após plantio (22 de junho de 2006), as mudas foram transplantadas para os respectivos sistemas de cultivo.

O tomateiro utilizado foi a do grupo Salada, híbrido F1 Saladinha (Alvarenga, 2004), que se caracteriza por hábito de crescimento determinado, frutos com massa média de 160 a 200 g, coloração vermelho intenso, formato redondo-achatado e ciclo médio de 110 dias. É caracterizada por possuir resistência à murcha de verticílio raça 1 (*Veticillium dahliae*), murcha de fusarium raças 1 e 2 (*Fusarium oxysporum* f.sp. lycopersici) e nematóide (*Meloidogyne incognita*, *M. javanica*) (Sakata, 2005).

14.3. Sistema a Campo

Os tratamentos testados foram três doses de K (150, 225 e 300 kg K ha⁻¹), sempre na presença de 150 kg N ha⁻¹, utilizando-se um esquema fatorial 3×6, com três doses de K e seis épocas de coleta (15, 30, 45, 60, 75, 90 dias após transplante), em delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições. Foram utilizadas 12 parcelas experimentais e 6 parcelas para fins de bordadura, com um total de 18 parcelas no experimento (Figura 4).

Este experimento foi implantado na mesma área utilizada no experimento anterior (capítulo I). Para determinação da fertilidade do solo, foram coletadas vinte amostras simples, nas camadas de 0-20 cm e 20-40 cm, em uma área de 440 m²; que foram homogeneizadas e separadas em três amostras compostas, de acordo com a avaliação da uniformidade da área. As amostras foram analisadas no Laboratório de Fertilidade do Solo da UFRRJ segundo procedimentos descritos por Embrapa (1997). De acordo com os resultados de fertilidade do solo obtidos, pode-se verificar que não houve a necessidade de aplicação de calcário nas subáreas (Tabela 21).

Tabela 21. Análise de fertilidade do solo, dividido em subáreas, onde foi conduzido o experimento de campo.

Subárea e profundidade (cm)	Na	Ca	Mg	Ca+Mg	K	H+Al	Al
	cmol _c dm ⁻³						
A1 (0 - 20)	0,016	5,5	1,0	6,5	0,11	0,7	0,0
A1 (20 - 40)	0,016	2,8	2,2	5,0	0,11	1,7	0,0
A2 (0 - 20)	0,021	3,5	2,7	6,2	0,22	1,0	0,0
A2 (20 - 40)	0,021	2,5	0,7	3,2	0,10	2,1	0,2
A3 (0 - 20)	0,031	3,6	2,7	6,3	0,08	1,0	0,2
A3 (20 - 40)	0,036	2,8	2,0	4,8	0,09	1,0	0,0
Média	0,024	3,4	1,9	5,3	0,12	1,2	0,1
	S	T	V	m	pH _{água}	P	K
	%				mg kg ⁻¹		
A1 (0 - 20)	6,62	7,32	90	0	7,1	4	42
A1 (20 - 40)	5,13	6,83	75	0	5,5	4	44
A2 (0 - 20)	6,44	7,44	87	0	6,9	4	85
A2 (20 - 40)	3,32	5,42	61	3,69	5,6	1	40
A3 (0 - 20)	6,41	7,41	87	2,70	6,7	3	31
A3 (20 - 40)	4,92	5,92	83	0	5,7	2	34
Média	5,47	6,72	80	1,06	6,2	3	46

No dia 20 de julho de 2006 a área foi encanteirada utilizando-se um encanteirador mecânico Massey Ferguson. Os canteiros tiveram as dimensões de 1,2 m de largura e 16 m de comprimento e a rua foi construída com 1,0 m de largura, de acordo com Alvarenga (2004). Cada parcela experimental tinha 6 m de comprimento e 2 m de largura, com espaçamento de 0,5 m entre linhas e 0,5 m entre plantas. Para a avaliação da biomassa e conteúdos de N, P, K, Ca e Mg foram amostradas duas plantas quinzenalmente em cada parcela, e para a avaliação da produção e da qualidade de frutos foram colhidos os frutos pertencentes às 16 plantas situadas no centro de cada parcela experimental (Figura 4). O sistema de tutoramento utilizado é caracterizado por Alvarenga (2004) por ser do tipo “V” invertido, recomendado para a condução das plantas em fileiras duplas.

Na ocasião do transplantio, realizado no dia 22/06/2006, foi aplicada a totalidade da dose de P (50 kg P ha⁻¹) na forma de superfosfato simples (Tabela 22). Os micronutrientes (Zn, B, Cu e Mo) foram aplicados nas doses (kg ha⁻¹) de 5 kg de sulfato de zinco, 10 kg de bórax, 10 kg de sulfato de cobre e 0,25 kg de molibdato de sódio, de acordo com Fontes & Silva (2002). As doses de N e K foram parceladas, sendo 1/3 no transplante e 1/3 aos 35 e 70 dias após transplante (DAT), seguindo recomendações de Alvarenga (2004). As doses de adubos utilizadas estão descritas na tabela 23.

Tabela 22. Diferentes razões N:K testadas no cultivo de tomateiro em sistema a campo.

Fertilizante	Tratamento		
	150:150 (A)	150:225 (B)	150:300 (C)
Uréia (g linha ⁻¹)	190,0	190,0	190,0
Cloreto de potássio (g linha ⁻¹)	171,7	257,5	343,4
Super fosfato simples (g linha ⁻¹)	323,9	323,9	323,9
Razão N:K	1:1,0	1:1,5	1:2,0

Tabela 23. Doses de N e K aplicadas aos 35 e 70 DAT (em cobertura), em tomateiro crescido em sistema a campo.

Fertilizante	150:150	150:225	150:300
Uréia (g linha ⁻¹)	63,3	63,3	63,3
KCl (g linha ⁻¹)	57,2	85,8	114,5

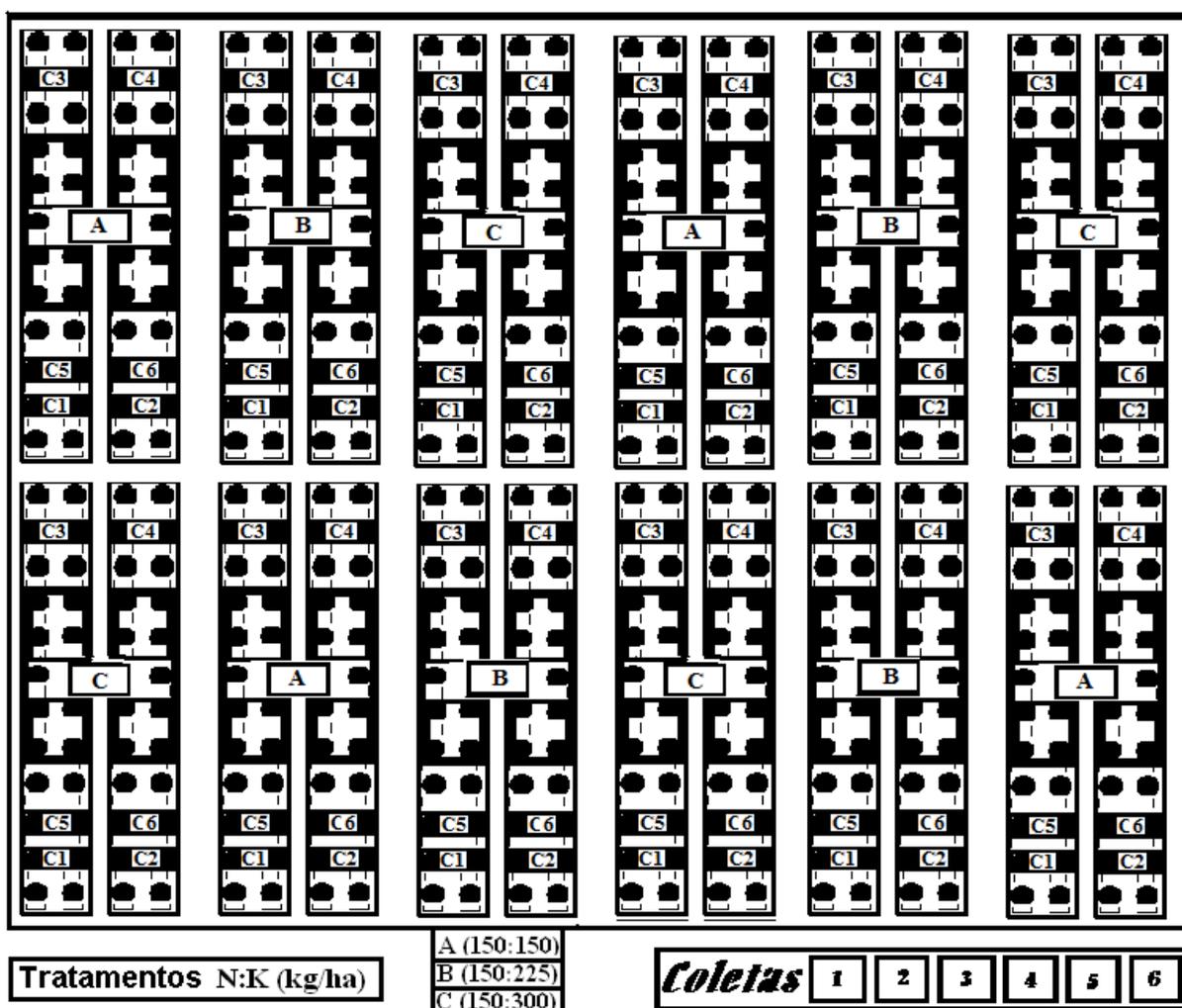


Figura 4. Disposição das parcelas experimentais na área de cultivo de campo.

A irrigação foi realizada por gotejamento, com vazão de 4 L h⁻¹ por gotejador. Com a utilização de um tensiômetro, mantiveram-se os valores de potenciais hídricos próximos a -0,03 MPa. De modo geral, foram realizadas entre duas a três irrigações por dia no estágio vegetativo e seis a dez irrigações por dia no estágio reprodutivo, dependendo das condições ambientais. Por irrigação foi aplicado cerca de 0,5 L por planta.

14.4. Sistema Hidropônico

Os tratamentos testados foram duas razões N:K (1:1,5 e 1:2,0) da solução de Hoagland diluída a 50 % da concentração iônica (Tabela 24), em um esquema fatorial 2×7 com três repetições, combinando dois tratamentos e sete épocas de coleta (15, 30, 45, 60, 75, 90 e 105 DAT) (Figura 5).

O sistema de cultivo hidropônico utilizado foi o NFT, sendo utilizados 12 canais de cultivo, com espaçamento de 0,6 m entre fileiras (fileiras duplas), 0,5 m entre furos (local de

transplante da muda) e 1,0 m nas ruas; os perfis tinham capacidade suporte de 20 plantas por canal. Quando das amostragens quinzenais de biomassa, eram coletadas duas plantas por parcela; entretanto, em virtude do número limitado de plantas, em cada amostragem eram coletadas três repetições por tratamento. Para avaliação da produção e qualidade de frutos, foram colhidos os frutos das 8 plantas centrais de cada parcela, com quatro repetições por tratamento (Figura 5). Cabe ressaltar que a última coleta para análise de biomassa e conteúdo nutricional (coleta 7) foi realizada nas parcelas destinadas a avaliação da produção e qualidade de frutos.

Para a irrigação utilizou-se uma intermitência de acionamento da bomba em intervalos de 15 minutos intercalados em irrigação e aeração. Foi utilizado um desnível de 4 % no canal de cultivo. A vazão estimada para cada canal foi de 4 L min⁻¹.

Para o armazenamento da solução nutritiva foram utilizados dois reservatórios em fibra de vidro com capacidade para 1500 L cada. Para cada reservatório foi utilizado um sistema de oxigenação da solução nutritiva tipo 'venturi' conforme descrito por Furlani et al. (1999). Em média, foram realizadas 48 irrigações de 15 minutos durante a fase diurna de cultivo durante o dia e 5 irrigações de 15 minutos durante a noite na fase vegetativa e 24 irrigações de 30 minutos durante a fase diurna e 5 irrigações de 15 minutos durante a fase noturna, de acordo com procedimentos descritos por Moraes (1997).

Tabela 24. Adubos e dosagens utilizadas nos tratamentos para o cultivo de tomateiro hidropônico.

Tratamentos	Sais							
	Ca(NO ₃) ₂	KNO ₃	MgSO ₄	MAP	MKP	KCl	NH ₄ NO ₃	CaCl ₂
	Quantidade em g 1000 L ⁻¹							
(T1) 50 % (N/K 1:1,5)	425,0	258,0	267,0	16,0	50,0	85,0	6,5	0,0
(T2) 50 % (N/K 1:2,0)	358,0	337,0	267,0	29,0	35,0	136,0	1,5	50,0

Utilizou-se a solução de Hoagland modificada para boro para a adubação de micronutrientes. As doses em mg L⁻¹, de 1,92 de sulfato de manganês; 0,23 de sulfato de zinco; 5,88 de ácido bórico; 0,15 de sulfato de cobre; 0,03 de molibdato de sódio e 10,50 de FeEDDHA (6 %).

O parâmetro de controle para o preparo da solução nutritiva para o sistema hidropônico foi à condutividade elétrica (CE) em mS cm⁻¹. O medidor utilizado foi da marca UNITY 3405. Para o controle do pH, utilizou-se o aparelho UNITY 1201[®] com sensibilidade de uma casa decimal, com eletrodo de vidro combinado da marca Micronal[®]. A temperatura da solução foi monitorada diariamente com termômetro de bulbo de mercúrio e conjuntamente com as leituras de pH e CE nos horários de 9:00 h e 15:00 h. As soluções foram renovadas quinzenalmente. As correções do pH foram realizadas, sempre quando necessárias, com soluções de KOH a 0,1 mol L⁻¹ e H₂SO₄ a 0,1 mol L⁻¹ para manter o pH em 5,5±0,5. Para a manutenção da condutividade elétrica adequada, utilizou-se o procedimento descrito por Furlani et al. (1999). A reposição dos sais foi realizada de acordo com a leitura diária da CE. Os valores de condutividades elétricas (CE) e de pH foram de 1,38±0,22 e 6,03±0,57; 1,43±0,45 e 6,07±0,59 para os tratamentos com 50 % de concentração iônica e razão N:K de 1:1,5 e 50 % de concentração iônica e razão N:K de 1:2,0, respectivamente. As médias de temperatura das soluções nutritivas foram de 23±1,7 °C para todos os tratamentos.

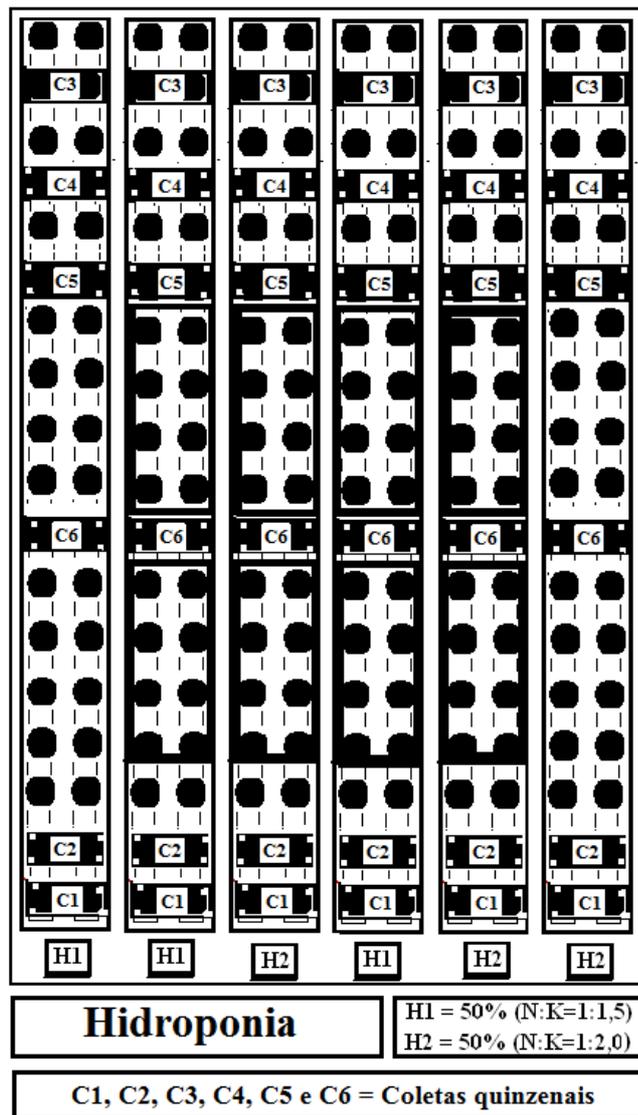


Figura 5. Disposição das parcelas experimentais no cultivo hidropônico.

14.5. Sistema Fertirrigado

Os tratamentos testados foram duas relações de N:K (200:300 e 200:400 kg ha⁻¹) (Tabela 25), em um esquema fatorial 2×7 com três repetições, combinando dois tratamentos e sete épocas de coleta (15, 30, 45, 60, 75, 90 e 105 DAT) (Figura 6).

O espaçamento foi de 0,5 m entre plantas e 0,5 m entre linha. Quando das amostragens quinzenais de biomassa, eram coletadas duas plantas por parcela; entretanto, em virtude do número limitado de plantas, em cada amostragem eram coletadas três repetições por tratamento. Para avaliação da produção e qualidade de frutos, foram colhidos os frutos das 8 plantas centrais de cada parcela, com quatro repetições por tratamento (Figura 6). Cabe ressaltar que a última coleta para análise de biomassa e conteúdo nutricional (coleta 7) foi realizada nas parcelas destinadas a avaliação da produção e qualidade de frutos.

O sistema de fertirrigação utilizado foi o mesmo do experimento do ano anterior (capítulo I), o qual continha tubulação de polipropileno de 16 mm, registros tipo gaveta, válvulas de regulação de pressão, gotejadores tipo espaguete (acoplados à tubulação) e vasos de 8 L contendo substrato de fibra de coco. A análise química da fibra utilizada para a

germinação indicou valores de pH de 5,7; condutividade elétrica de 1,2 mS cm⁻¹ determinados a partir da análise de uma alíquota do extrato obtido da relação entre 1:1,5 entre o substrato e água; macronutrientes (em mmol L⁻¹) 0,5 de NH₄; 0,9 de NO₃; 7 de K; 1,0 de Cl; 0,7 de Na; 3,4 de SO₄; 0,6 de Ca; HCO₃ < 0,1; 0,6 de Mg; 2,11 de P; micronutrientes (em μmol L⁻¹) 1 de Fe; 1,3 de B; 1,9 de Mn; Cu < 0,1 e 0,7 de Zn segundo Ende (1989).

O tutoramento das plantas foi através de fios de polietileno ou rafia. Todo o sistema foi sustentado por fios de arame ovalado com 12 mm de espessura, amarrados longitudinalmente no interior da casa-de-vegetação.

Para a injeção de água e nutrientes foi utilizada uma bomba, gotejadores e reguladores de vazão 4 L h⁻¹ com pressão de 1 bar. Com a utilização de um tensiômetro foi mantido os valores de potenciais hídricos entre -0,03 e -0,01 MPa. De modo geral, foram realizadas entre duas a três irrigações por dia no estágio vegetativo e seis a dez irrigações por dia no estágio reprodutivo, dependendo das condições ambientais. Por irrigação foi aplicado cerca de 0,2 L por planta. A adubação foi fornecida a cada três dias, usando-se o cabeçal de fertirrigação, de acordo com López (2005). As doses aplicadas seguiram os valores estabelecidos na tabela 25, de acordo com recomendações de Alvarenga et al. (2004).

Tabela 25. Doses de nutrientes semanais, aplicadas por tratamento, para o tomateiro em sistema fertirrigado.

Tratamento	Fase	Semana	g/semana (40 vasos)							
			Ca(NO ₃) ₂	KNO ₃	MgSO ₄	MAP	MKP	KCl	NH ₄ NO ₃	CaCl ₂
(F1) N:K 200:300	1	5	90,4	90,4	116,0	14,4	13,2	93,3	90,9	293,3
	2	6	192,0	471,7	241,1	54,0	0,0	0,0	62,4	0,0
	3	6	192,0	183,7	145,1	32,3	0,0	65,9	38,4	0,0
(F2) N:K 200:400	1	5	90,4	90,4	116,0	14,4	13,2	157,3	90,9	293,3
	2	6	192,0	471,7	241,1	54,0	0,0	116,4	62,4	0,0
	3	6	192,0	183,7	145,1	32,3	0,0	274,8	148,3	0,0

Para a conversão da dose de adubo de kg ha⁻¹ para g vaso⁻¹, determinou-se a quantidade de plantas por hectare no espaçamento utilizado no experimento e, realizado o cálculo da exigência destes nutrientes por planta. A aplicação das doses de adubos seguiu distribuição percentual recomendada para fertirrigação do tomateiro por Alvarenga et al. (2004). O cálculo da dose por fase de cultivo foi através do total de adubo necessário para o ciclo do tomateiro, por tratamento, e a necessidade percentual para cada fase de cultivo (Tabela 26). Para a fase 1 foram realizadas cinco adubações, correspondentes às cinco semanas; para as fases dois e três foram realizadas seis adubações.

Tabela 26. Distribuição de nutrientes em função do estágio de desenvolvimento do tomateiro.

Fase de cultivo	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	S (%)
1 ^a a 5 ^a semana	20	20	20	50	20	20
6 ^a a 11 ^a semana	50	50	50	25	50	50
12 ^a a 17 ^a semana	30	30	30	25	30	30
TOTAL	100	100	100	100	100	100

Fonte: Adaptado de Alvarenga et al. (2004).

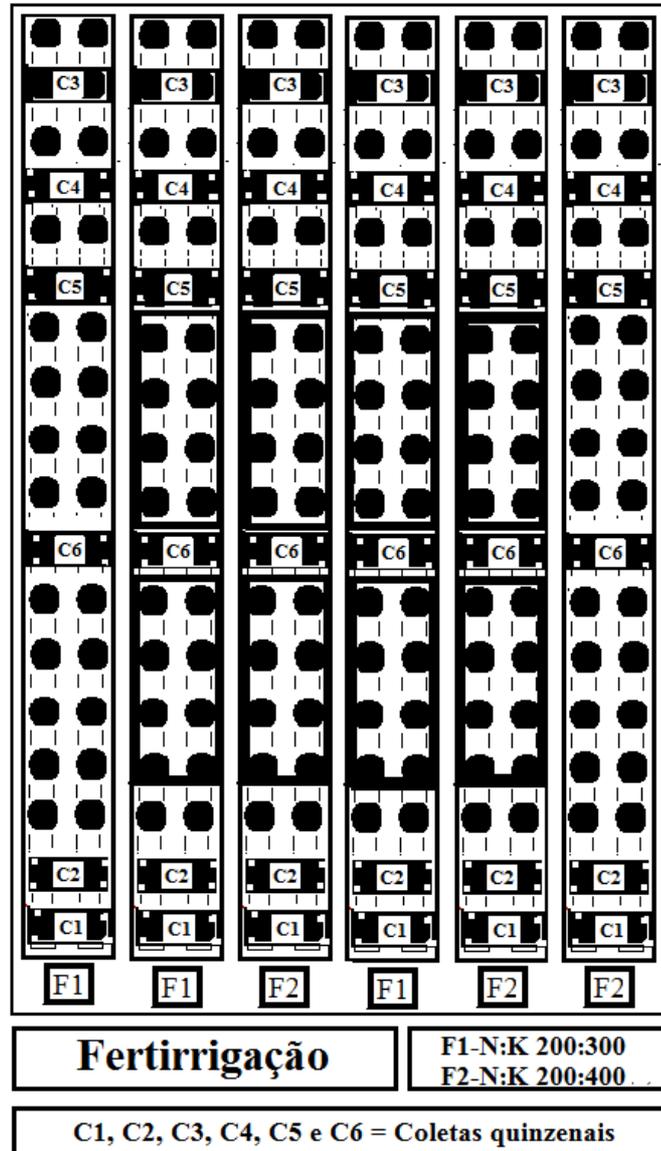


Figura 6. Disposição das parcelas experimentais na área de cultivo fertirrigado.

Para a adubação com micronutrientes foi utilizado um estoque a partir da solução de Hoagland & Arnon (1950), com as doses, em mg L^{-1} , de 1,92 de sulfato de manganês; 0,23 de sulfato de zinco; 2,94 de ácido bórico; 0,15 de sulfato de cobre; 0,03 de molibdato de sódio e 10,50 de FeEDDHA (6 %).

14.6. Manejo Agrônômico

Em todos os sistemas de cultivo foram realizadas podas semanais dos brotos axilares e condução das plantas em uma haste. No campo foram realizadas capinas nas ruas e nas linhas de cultivo, para o controle manual de ervas daninhas. Por se tratar de cultivar de crescimento determinado, não foram necessárias podas dos meristemas apicais (capação). Entretanto, foi estabelecido um número máximo de sete cachos por planta, sendo os demais retirados. Foi estabelecido um monitoramento para posterior controle quanto ao ataque de pragas e doenças em ambos os sistemas de cultivo, procedimentos idênticos ao experimento anterior.

Na área de cultivo a campo, foi realizado o controle de pragas e doenças de acordo com adaptações feitas a partir do manejo integrado de pragas e doenças recomendado por Feitosa & Cruz (2003). As pragas identificadas, monitoradas e controladas foram: tripses

(*Frankliniella schulzei*) com o controle devido à aplicação de imidacproprid; mosca minadora de folhas (*Liriomyza huidobrensis*) com a aplicação de buprofezin e triazophos + deltamethrine; mosca branca (*Bemisia* sp.) com a aplicação de imidacproprid e buprofezin; broca pequena (*Neoleucinodes elegantalis*) com a aplicação de cloridrato e broca grande (*Hecoverpa zea*) com a aplicação de *Bacillus thuringiensis*.

No cultivo no campo, observou-se o ataque da requeima (*Phytophthora infestans*) com o controle pela aplicação de Mancozeb, metalaxyl + mancozeb e oxiclreto de cobre; pinta preta (*Alternaria solani*) com a aplicação de mancozeb, azoxystrobin e oxiclreto de cobre; septoriose (*Septoria lycopersici*) com a aplicação de oxiclreto de cobre; cladosporiose (*Cladosporium fulvum*) com a aplicação de clorothalonil e podridão mole (*Pectobacterium* sp.) com o controle pela aplicação de kasugamicyn (Lopes & Ávila, 2005).

Na área de cultivo protegido foram identificadas, monitoradas e controladas as seguintes pragas: mosca minadora das folhas (*Liriomyza huidobrensis*) com controle pela aplicação de buprofezin e triazophos + deltamethrine; mosca branca (*Bemisia* sp.) com a aplicação de imidacproprid e buprofezin. As doenças que atacaram o cultivo foram: septoriose (*Septoria lycopersici*) com a aplicação de oxiclreto de cobre; cladosporiose (*Cladosporium fulvum*) com a aplicação de clorothalonil e murcha de fusarium (*Fusarium oxysporum*) com o controle pela aplicação de captan.

14.7. Determinações Experimentais

Durante a condução dos experimentos foram efetuadas leituras diárias, nos horários de 9:00 h e 15:00 h, de umidade relativa e temperatura máxima e mínima, tanto na área de cultivo a campo como na casa-de-vegetação. Foram utilizados termohigrômetros de leitura direta e termômetros de máxima e mínima para avaliação diária destas variáveis.

No sistema a campo, foram coletadas 2 plantas por cada parcela experimental em seis coletas quinzenais (aos 15, 30, 45, 60, 75 e 90 DAT) (Figura 4). Nos sistemas hidropônico e fertirrigado, foram realizadas sete coletas (15, 30, 45, 60, 75 e 90 e 105 DAT), de 2 plantas por parcela (Figuras 5 e 6), objetivando a obtenção da acumulação de biomassa e nutrientes durante o ciclo.

Em cada coleta, as plantas foram avaliadas individualmente dentro das parcelas. Foram determinados a altura das plantas, o número de entrenós, o diâmetro do caule e o número de frutos. As plantas foram cortadas rente ao solo e sua parte aérea separada em folhas (pecíolo + haste), caule, inflorescências e frutos. O sistema radicular foi separado somente na primeira coleta. Cada parte da planta foi acondicionada em saco de papel, seca em estufa de circulação de ar a 70 °C e pesada para a determinação da massa seca. Após pesagem, o material de cada porção vegetal foi triturado.

No material triturado, foram determinados os teores de N, P, K, Ca e Mg em cada órgão da planta. Foram obtidos os teores de N pelo método semi-micro Kjeldahl, a partir de digestão sulfúrica e os teores de P, K, Ca e Mg a partir de digestão nítrico-perclórica, sendo o P determinado por colorimetria do molibdato de amônio, o K por fotometria de chama e, o Ca e Mg por espectrofotometria de absorção atômica, de acordo com metodologia descrita por Tedesco et al. (1995). Os conteúdos de nutrientes foram obtidos pelo produto entre o teor e a massa seca.

Para a avaliação dos caracteres associados à produção e qualidade de frutos, foram colhidos todos os frutos de 16 plantas por parcela a campo, e de 8 plantas por parcela em hidroponia e fertirrigação, com quatro repetições por tratamento. Os frutos foram colhidos no ponto de colheita agrônomico, ou seja, com coloração rósea. As coletas de frutos para o sistema a campo foram realizadas aos 91, 97, 100, 103 e 109 dias após plantio (DAP). Para o sistema hidropônico as coletas foram aos 98, 103, 108 e 116 DAP. Já para o sistema fertirrigado as coletas foram realizadas aos 90, 92, 96, 98, 103 e 109 DAP. Foi medido o

diâmetro transversal dos frutos e realizada a pesagem para determinação da massa fresca. Os frutos foram classificados em frutos comerciais e não comerciais, com base no diâmetro (Alvarenga & Souza, 2004) e na presença de fatores bióticos e abióticos. Entre os principais fatores responsáveis pela produção de frutos não comerciais, destacam-se os de natureza biótica como broca pequena, broca grande, e fatores abióticos como podridão apical e lóculo aberto. Foi então obtida a produção comercial e não comercial, somando-se a produção de frutos de cada parcela experimental.

A produtividade em Mg ha⁻¹ para cada sistema de cultivo foi obtida extrapolando-se a média das parcelas para a quantidade de plantas por ha referente ao espaçamento adotado na condução de cada experimento.

Em seis frutos amostrados por planta, pertencentes ao segundo e terceiro cacho, foram determinados os teores de sólidos solúveis totais (em °Brix) de acordo com as Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985), o pH da polpa com o uso de potenciômetro, a acidez titulável através de titulometria segundo ácido base Jackix (1988).

14.8. Análises Estatísticas

A análise estatística dos dados de acumulação de biomassa e de nutrientes foi efetuada para cada experimento isoladamente. Para o experimento de campo, a análise de variância considerou um fatorial 3×6 (tratamento × época de coleta), com quatro repetições, sendo as coletas consideradas subparcelas, conforme discutido por Araújo (2003). Nos experimentos hidropônico e fertirrigado, a análise de variância considerou um fatorial 2×7 (tratamento × época de coleta), com três repetições. As variâncias dos dados primários de acumulação de biomassa e de nutrientes mostraram forte heterogeneidade entre as coletas; desta forma, os dados foram transformados em logaritmo natural previamente à análise (Araújo, 2003). Quando do efeito significativo da interação entre tratamento e época de coleta, as médias dos tratamentos foram comparadas dentro de cada época de coleta pelo teste de Duncan a 5%; não foram efetuadas testes de médias para comparação de épocas de coleta.

As taxas de crescimento absoluto e de acumulação absoluta de nutrientes foram estimadas pelo método funcional de análise de crescimento (Hunt, 1982). A função de Gompertz foi ajustada por processo iterativo pelo algoritmo de Marquadt (programa SAEG, Fundação Artur Bernardes, UFV), aos dados primários de massa seca e conteúdo de nutrientes da parte aérea. Este modelo matemático foi escolhido por tratar-se de um modelo assintótico (Hunt, 1982) que descreveu adequadamente o crescimento da cultura do tomateiro, que não apresentou uma senescência expressiva durante o ciclo de cultivo. As taxas de crescimento absoluto e de acumulação absoluta de nutrientes foram obtidas pela derivada primeira da função de Gompertz, conforme as seguintes expressões:

$$W = a e^{-be^{-cT}}$$

$$TCA = a b c e^{-cT} e^{-be^{-cT}}$$

onde a primeira equação representa o modelo de Gompertz e a segunda equação a taxa de crescimento absoluto; a, b e c são coeficientes ajustados pela regressão e T o tempo em dias após transplante.

Para os dados de produção de frutos avaliados ao final do experimento, inicialmente foi efetuada a análise de variância para cada experimento isoladamente, considerando um único fator (doses de K), com quatro repetições. Para alguns caracteres, foi efetuada uma análise de variância conjunta dos dois experimentos, considerando um fatorial entre experimentos e doses de K. As médias foram comparadas pelo teste de Duncan a 5%.

15. RESULTADOS E DISCUSSÃO

15.1. Cultivo a Campo

As diferentes doses de K não influenciaram significativamente no número de nós, na altura das plantas e no diâmetro de caule das plantas crescidas a campo (Tabela 27).

Tabela 27. Número de nós e altura da planta de plantas de tomateiro, crescidas sob três doses de K (150, 225 e 300 kg ha⁻¹), em condições de campo, em seis épocas de avaliação, de junho a novembro de 2006.

Dias após transplante	Dose de K (kg ha ⁻¹)			Dose de K (kg ha ⁻¹)		
	150	225	300	150	225	300
	Número de nós (planta ⁻¹)			Altura da planta (cm)		
15	7,8	6,5	7,0	32	27	29
30	11,3	10,5	11,3	55	54	55
45	13,0	11,8	12,0	77	78	83
60	13,5	13,8	13,0	90	92	94
75	15,0	14,0	15,3	88	91	89
90	14,5	15,5	17,0	92	99	101
Média	12,5	12,0	12,6	72	73	75

A interação significativa entre as doses de K e coletas para a biomassa da parte aérea (Anexo: tabela 68) indica que as doses de K modificaram de forma diferenciada os ritmos de crescimento do tomateiro. Porém, as diferentes doses de K aplicadas não influenciaram na acumulação de biomassa até os 45 DAT (Figura 7), mas observou-se um maior acúmulo de massa de parte aérea na maior dose de K (300 kg K ha⁻¹) entre os 45 e 75 DAT (Figura 7). Uma menor acumulação de biomassa foi verificada nas plantas crescidas na dose de 150 kg K ha⁻¹ até os 60 DAT; entretanto, a partir dos 65 DAT, observou-se uma maior massa de parte aérea destas plantas. Aos 90 DAT a acumulação da massa seca de parte aérea nas três doses de K foi similar, cerca de 250 g planta⁻¹ (Figura 7).

As taxas de crescimento na dose de 300 kg K ha⁻¹ foram crescentes até os 45 DAT, com máxima acumulação diária de 4,8 g dia⁻¹ (Figura 7). Já as plantas crescidas na dose 225 kg K ha⁻¹ anteciparam a máxima acumulação diária, que foi observada aos 35 DAT com 4,5 g dia⁻¹. As plantas crescidas na dose 150 kg K ha⁻¹ apresentaram taxas de crescimento menores, e prolongaram o acúmulo diário até os 68 DAT, com máxima taxa de crescimento de 3,8 g dia⁻¹ (Figura 7). Fayad (1998), avaliando a acumulação de massa seca da cultivar de tomateiro Santa Clara, e Dechen et al. (1980), avaliando as cultivares Samano e Kadá aos 90 DAT encontraram valores próximos a 410 g planta⁻¹.

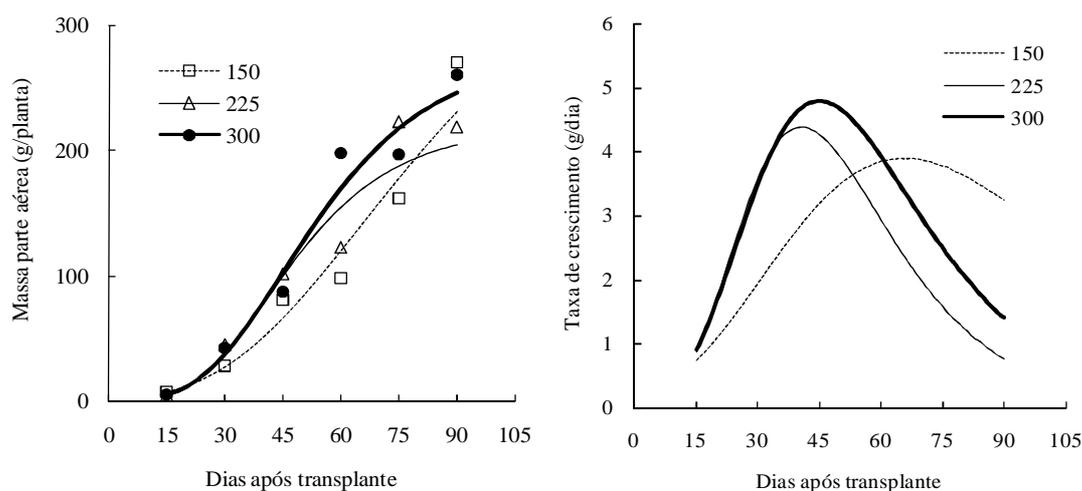


Figura 7. Massa de parte aérea e taxa de crescimento absoluto de plantas de tomateiro crescidas sob três doses aplicadas de K (150, 225 e 300 kg ha⁻¹), em condições de campo, em seis épocas de avaliação; símbolos indicam as médias experimentais, e as linhas o modelo de Gompertz ajustado aos dados.

O ganho de massa seca está intimamente relacionado com processos metabólicos como a fotossíntese e a relação fonte dreno. Heuvelink (1995) destaca a existência de um único *pool* ao qual toda a carga de fotossintatos gerados pelas folhas de tomateiro é armazenada, e após esta estocagem, todos os órgãos da planta buscariam estes fotoassimilados para seus processos metabólicos. Andriolo (1999) explica que a existência de um único *pool* de estocagem de fotossintatos implica na existência de relações sincronizadas dentro da planta para a sua distribuição e o transporte. Segundo Heuvelink (1995), a distribuição de fotossintatos é regulada pela força de dreno dos órgãos, que é quantificada pelas taxas de crescimento potenciais. A regulação da distribuição de fotossintatos depende, portanto, de fatores como a eficiência fotossintética de uma planta (fonte), do estado nutricional a qual se encontra esta planta e da força dos drenos da mesma, principalmente se a oferta é insuficiente, pois neste caso, uma competição é fisiologicamente estabelecida e a repartição de fotossintatos é dependente da força do dreno de cada órgão (Andriolo, 1999).

Houve interação significativa entre as doses de K e coletas para o conteúdo de N na folha, caule e parte aérea do híbrido Saladinha (Anexo: tabela 69). As plantas crescidas nas doses de 225 e 300 kg K ha⁻¹ apresentaram valores próximos a 4500 mg N planta⁻¹, enquanto as plantas crescidas na dose 150 kg K ha⁻¹ apresentaram valores próximos a 5000 mg N aos 90 DAT (Figura 8). Fayad (1998) encontrou para a cultivar Santa Clara, valores de conteúdo da parte aérea de 10300 mg N planta⁻¹. Já Fernandes et al. (1975) obtiveram, para tomateiros industriais valores de 11800 mg N planta⁻¹. Destaca-se que os dados obtidos neste trabalho coincidem com os de Gargantini & Blanco (1963), que ao avaliarem a absorção de N no ciclo total da cultivar Santa Cruz 1639, encontram valores de 4300 mg N planta⁻¹.

Nas plantas crescidas na dose de 225 kg K ha⁻¹, a taxa máxima de acumulação de N foi observada aos 38 DAT, com 110 mg N dia⁻¹. Já para as plantas crescidas na dose de 300 kg K ha⁻¹, a taxa de acumulação máxima foi observada aos 45 DAT, com 100 mg N dia⁻¹ e, no tratamento com 150 kg K ha⁻¹ as plantas apresentaram taxa máxima aos 68 DAT, com 85 mg N dia⁻¹ (Figura 8). Fayad (1998) observou uma taxa de acumulação máxima de 200 mg N dia⁻¹ aos 45 DAT para a cultivar Santa Clara em sistema a campo que aproxima-se das taxas apresentadas pelo híbrido Saladinha crescida na dose de 225 kg K ha⁻¹ deste trabalho.

As diferentes doses de K modificaram significativamente os conteúdos de K na parte aérea do híbrido Saladinha (Anexo: tabela 69). Observou-se na dose de 300 kg K ha⁻¹ os

maiores conteúdos de K, com valores próximos a 9000 mg K planta⁻¹ (Figura 8). Nas demais doses, o conteúdo de K foi próximo a 4500 mg K planta⁻¹ (Figura 8). Também observaram-se efeitos significativos das doses de K nos conteúdos de K nas folhas e caule (Anexo: tabela 69). Quanto à taxa máxima de acumulação, as plantas crescidas na dose 300 kg K ha⁻¹ apresentaram valores de 200 mg K dia⁻¹, próximos ao das plantas crescidas na dose de 225 kg K ha⁻¹ (180 mg K dia⁻¹); entretanto, estas plantas apresentaram taxa máxima de acumulação antecipada quando comparadas às da dose de 300 kg K ha⁻¹ (34 DAT). Os menores valores de acumulação diária foram das plantas crescidas na dose de 150 kg K ha⁻¹ (125 mg K dia⁻¹) (Figura 8). As plantas crescidas na dose 150 kg K ha⁻¹ tiveram taxa de acumulação prolongada quando comparada às demais doses (Figura 8). Estes resultados não estão de acordo com os obtidos por Fayad (1998), que observou conteúdo máximo de K de 20081 mg planta⁻¹ aos 100 DAT e taxa máxima de acumulação de 402 mg K dia⁻¹. Por outro lado, Gargantini & Blanco (1963), encontraram valores inferiores ao trabalho de Fayad (1998), aos quais foram de 5765 mg planta⁻¹. Destaca-se que os valores encontrados por estes autores são intermediários aos encontrados neste trabalho.

A maior dose de K aumentou o conteúdo de P na parte aérea do híbrido Saladinha (Figura 9; anexo tabela 69). As plantas crescidas nas doses 225 e 300 kg K ha⁻¹ apresentaram taxa de acumulação similares aos 30 DAT (Figura 9). Fayad (1998) destaca que o conteúdo e a taxa de acumulação máxima de P na cultivar Santa Clara foram de 1622 mg P planta⁻¹ e 32 mg P dia⁻¹, respectivamente. Gargantini & Blanco (1963) encontraram valores superiores de P na cultivar Santa Cruz 1639 (1072 mg P planta⁻¹), quando comparados com os valores obtidos neste trabalho.

As diferentes doses de K influenciaram significativamente no conteúdo de Ca na parte aérea do híbrido saladinha (Anexo: tabela 69), com maior acumulação de Ca nas doses mais altas de K. Ao se comparar o conteúdo de Ca na parte aérea obtido neste trabalho (1200 mg Ca planta⁻¹) (Figura 9) com os observados por Gargantini & Blanco (1963), pode-se verificar valores inferiores aos da cultivar Santa Cruz (1559 mg Ca planta⁻¹). Por outro lado, os conteúdos obtidos por Fayad (1998) foram superiores aos verificados neste trabalho (Figura 9). Quanto às taxas de acumulação, observou-se uma maior taxa máxima de acumulação de Ca nas plantas crescidas na dose 300 kg K ha⁻¹ (5 mg Ca dia⁻¹) aos 38 DAT. Destaca-se que a taxa máxima de acumulação das plantas crescidas na dose 225 kg K ha⁻¹ foi, aos 30 DAT, de 4,5 mg Ca dia⁻¹. A taxa máxima de acumulação de Ca das plantas crescidas com 150 kg K ha⁻¹ coincidem com as crescidas com 300 kg K ha⁻¹ aos 38 DAT (Figura 9). Fayad (1998) observou uma taxa de acumulação diária de 9,9 mg Ca planta⁻¹, valor superior aos observados neste experimento.

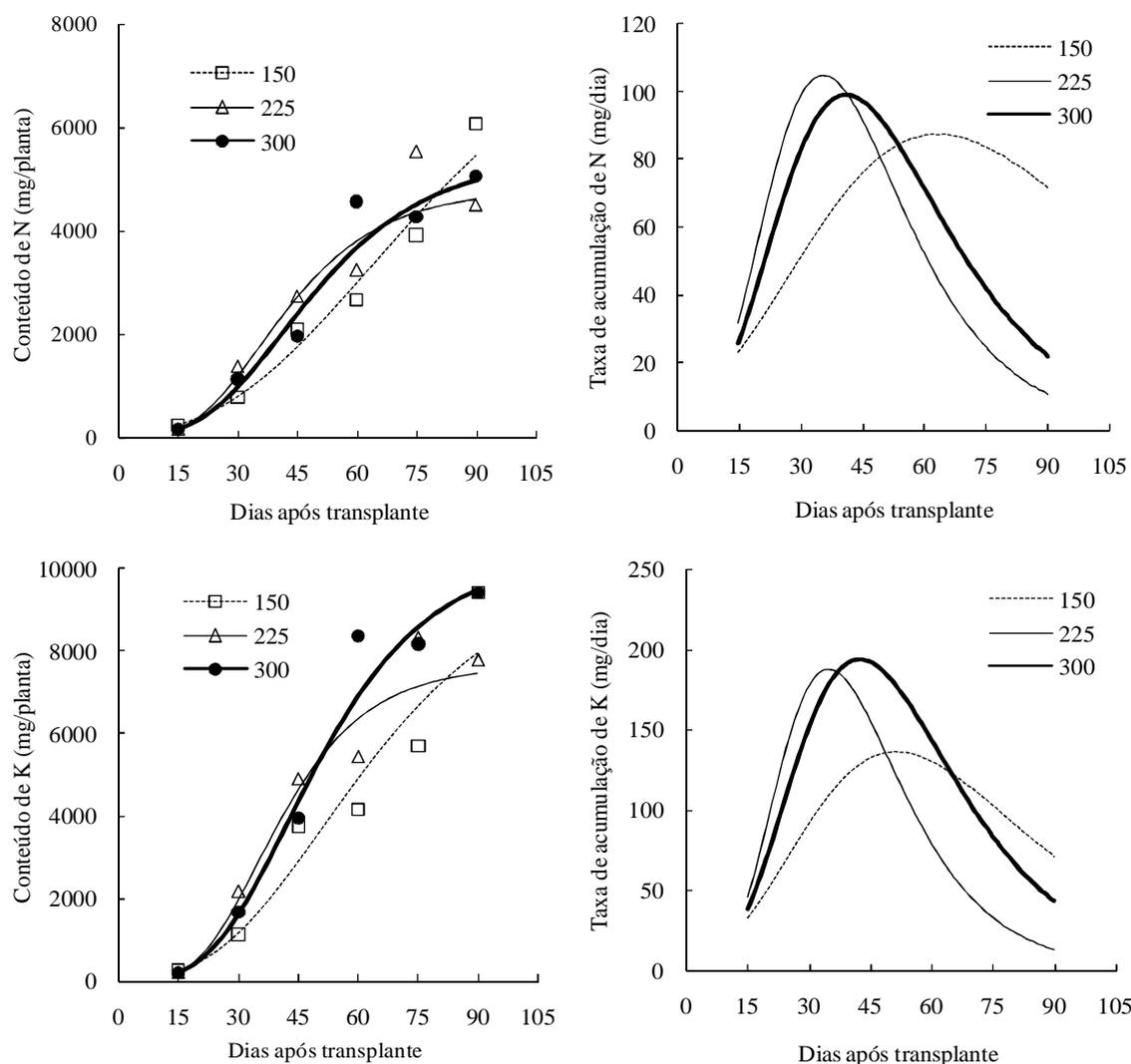


Figura 8. Conteúdo de N e K na parte aérea, e taxas de acumulação absoluta destes nutrientes, de plantas de tomateiro crescidas sob três doses aplicadas de K (150, 225 e 300 kg ha⁻¹), em condições de campo, em seis épocas de avaliação; símbolos indicam as médias experimentais, e as linhas o modelo de Gompertz ajustado aos dados.

As doses de K influenciaram significativamente no conteúdo de Mg das plantas do híbrido Saladinha, com interação significativa entre as doses de K e coletas para os conteúdos de Mg na parte aérea (Anexo: tabela 69). As plantas crescidas na dose de 300 kg K ha⁻¹ apresentaram maiores conteúdos (aproximadamente 225 mg Mg planta⁻¹) aos 90 DAT, quando comparadas às plantas crescidas nas demais doses de K. Por outro lado, as plantas crescidas nas demais doses apresentaram taxas de acumulação aos 90 DAT muito próximas (125 mg Mg planta⁻¹) (Figura 9). Gargantini & Blanco (1963) observaram conteúdos na parte aérea do tomateiro de 372 mg Mg planta⁻¹ para a cultivar Santa Cruz. Já Fayad (1998) encontrou valores de 1463 mg Mg planta⁻¹. Portanto, os valores obtidos neste trabalho foram menores que os obtidos por Gargantini e Blanco (1963) e Fayad (1998).

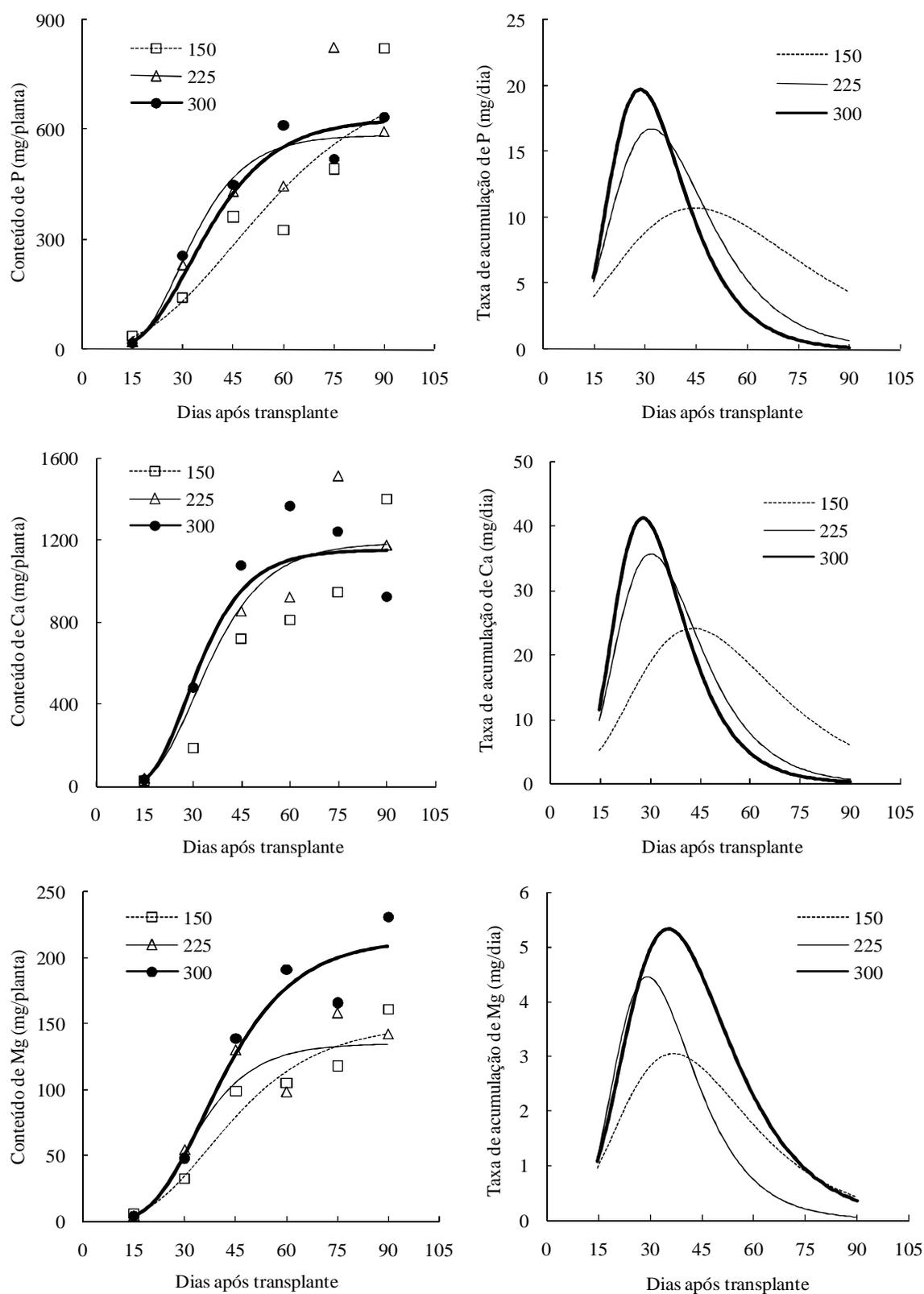


Figura 9. Conteúdo de P, Ca e Mg na parte aérea, e taxas de acumulação absoluta destes nutrientes, de plantas de tomateiro crescidas sob três doses aplicadas de K (150, 225 e 300 kg ha⁻¹), em condições de campo, em seis épocas de avaliação; símbolos indicam as médias experimentais, e as linhas o modelo de Gompertz ajustado aos dados.

De modo geral, observa-se que as maiores doses de K estimularam o crescimento e a acumulação de nutrientes do tomateiro nas fases vegetativas do ciclo da cultura a campo (Figuras 7, 8 e 9). Entretanto, na dose mais baixa de K as plantas mantiveram taxas de crescimento e de acumulação de nutrientes superiores em períodos posteriores do ciclo de crescimento, acarretando valores similares de acumulação de biomassa e nutrientes na parte aérea ao final do ciclo.

Para Castilla (2005), a extração de nutrientes do tomateiro cultivado em solo para a produção de 80 Mg ha⁻¹ é de: 250 kg N ha⁻¹, 35 kg P ha⁻¹, 415 kg K ha⁻¹, 215 kg Ca ha⁻¹ e 42 kg Mg ha⁻¹. Este mesmo autor refere-se à extração de nutrientes correlacionando-a com a produção total, existindo a necessidade, para cada tonelada de tomate produzido, de: 2,1 a 3,8 kg de N; 0,3 a 0,7 kg de P; 4,4 a 7 kg de K; 1,2 a 3,2 kg de Ca e 0,3 a 1,1 kg de Mg. Já Alpi & Tognoni (1999) destacam que para a obtenção de 160 Mg ha⁻¹ a extração do tomateiro cultivado em ambiente protegido é de: 424 kg N ha⁻¹, 119 kg P ha⁻¹, 776 kg K ha⁻¹, 49 kg Ca ha⁻¹ e 81 kg Mg ha⁻¹.

Quanto à produção de frutos, as diferentes doses de K não modificaram o número de frutos comerciais, não comerciais e totais, assim como a massa fresca unitária de frutos comerciais e massa fresca unitária de frutos não comerciais, a produção de frutos comerciais, frutos não comerciais, frutos totais, o diâmetro de frutos não comerciais nas plantas do híbrido saladinha crescidas em sistema de cultivo a campo (Tabela 28). Para o percentual de sólidos solúveis totais, acidez titulável e pH da polpa, também não foram observados efeitos significativos das doses de K. Por outro lado, frutos comerciais com menores diâmetros foram observados nas plantas crescidas na menor dose de K (Tabela 28).

Tabela 28. Caracteres associados à produção e qualidade de frutos de plantas de tomateiro, crescidas sob três doses de K (150, 225 e 300 kg ha⁻¹), em condições de campo, de junho a novembro de 2006.

Caracter	Dose de K (kg ha ⁻¹)		
	150	225	300
Produção de frutos comerciais (g planta ⁻¹)	1616	1569	1746
Produção de frutos não comerciais (g planta ⁻¹)	1018	1046	1085
Produção de frutos totais (g planta ⁻¹)	2634	2615	2830
Número de frutos comerciais (planta ⁻¹)	10,3	9,9	10,3
Número de frutos não comerciais (planta ⁻¹)	7,4	7,8	7,9
Número de frutos totais (planta ⁻¹)	17,7	17,7	18,1
Diâmetro de frutos comerciais (mm)	65 b	66 ab	68 a
Diâmetro de frutos não comerciais (mm)	62	61	63
Massa fresca unitária de fruto comercial (g fruto ⁻¹)	155	149	170
Massa fresca unitária de fruto não comercial (g fruto ⁻¹)	136	132	138
Sólidos solúveis totais (°Brix)	4,5	4,4	4,5
Acidez titulável (%)	0,36	0,36	0,38
pH do fruto	4,4	4,4	4,4
Proporção de frutos comerciais (%)	58,2	54,2	57,4
Frutos com podridão apical (%)	2,5	1,7	1,8
Frutos com lóculo aberto (%)	4,1	8,3	8,1
Frutos com broca (%)	15,7 b	22,5 a	14,2 b
Frutos com podridão (%)	8,1	5,7	8,1
Frutos com requeima (%)	7,4	5,1	6,4

Médias seguidas por letras diferentes na linha não diferem pelo teste F a 5%; ausência de letras indica diferença não significativa entre tratamentos.

Observou-se uma proporção de 22,5 % de frutos com ataque de *Neoleucinodes elegantalis* do híbrido Saladinha conduzida a campo (Tabela 28). Houve uma redução significativa no percentual de frutos atacados nas plantas conduzidas a campo, ao se comparar aos percentuais obtidos no primeiro experimento. Isto se deve ao controle químico efetuado no período da floração com cloridrato. Por outro lado, entre os tratamentos, observou-se um maior percentual de ataque por *Neoleucinodes elegantalis* nas plantas crescidas na dose de 225 kg K ha⁻¹ quando comparadas com as demais doses de K (Tabela 28). De modo geral, os fatores bióticos e abióticos avaliados neste trabalho reduziram a proporção de frutos comerciais a valores em torno de 57 % (Tabela 28).

Apesar de nenhum efeito significativo das doses de K nas variáveis associadas à produção de frutos avaliadas, vários autores vêm encontrando acréscimos significativos do aumento da dose de K na produção, produtividade e qualidade de frutos de tomateiro. Sampaio (1996), por exemplo, pesquisando seis doses de K aplicados na forma de KCl na cultivar Santa Clara em sistema a campo, obteve produtividade total de 53,9 Mg ha⁻¹ e produtividade comercial máxima de 38,0 Mg ha⁻¹ na dose de 187 kg K ha⁻¹. Este mesmo autor observou uma redução de 14,5 % na produção com a dose de 108 kg K ha⁻¹. A dose de 187 kg K ha⁻¹ aumentou o tamanho de fruto, porém causou uma maior incidência de podridão apical segundo Sampaio (1996). Por outro lado, Fayad (1998), ao avaliar o crescimento e a produção da cultivar Santa Clara utilizando 240 kg N ha⁻¹, 78 kg P ha⁻¹ e 125 kg K ha⁻¹, obteve a produção total e comercial de frutos com valores de 117,9 Mg ha⁻¹ e 110,8 Mg ha⁻¹, respectivamente.

15.2. Cultivo Hidropônico

Não foi observada influência das doses de K para o número de nós e diâmetro de caule nas sete épocas de coletas das plantas do híbrido Saladinha. Entretanto, as plantas crescidas na relação N:K 1:2,0 apresentaram alturas superiores às plantas crescidas na relação 1:1,5 aos 105 DAT (Tabela 29).

Tabela 29. Número de nós, altura da planta e diâmetro do caule de plantas de tomateiro, crescidas sob duas razões N:K (1:1,5 e 1:2) na solução, em sistema de cultivo hidropônico, em sete épocas de avaliação, de junho a novembro de 2006.

Dias após transplante	Razão N:K (kg ha ⁻¹)		Razão N:K (kg ha ⁻¹)		Razão N:K (kg ha ⁻¹)	
	1:1,5	1:2	1:1,5	1:2	1:1,5	1:2
	Número de nós (planta ⁻¹)		Altura da planta (cm)		Diâmetro do caule (mm)	
15	8,7	8,3	36,7	34,7	98	85
30	11,3	11,0	60,0	63,3	136	121
45	13,7	15,0	74,3	81,7	131	147
60	12,3	13,3	67,7	77,3	158	158
75	12,0	12,7	70,7	88,3	159	174
90	16,0	16,0	99,7	98,7	139	133
105	14,3	15,7	78,0	104,0*	135	155
Média	12,6	13,1	69,6	78,3*	137	139

* Diferença significativa entre tratamentos pelo teste F a 5%; ausência de letra indica diferença não significativa.

Não foram observadas diferenças significativas entre as razões N:K para o acúmulo de biomassa, entretanto observou-se uma tendência de maior acúmulo de massa seca de parte

aérea na relação N:K de 1:2 (320 g planta⁻¹) (Figura 10). A taxa máxima de crescimento foi observada aos 55 DAT para as plantas crescidas na relação N:K de 1:2 (4,9 g dia⁻¹), enquanto na relação N:K 1:1,5 observou-se a máxima taxa de crescimento aos 48 DAT, de 4,0 g dia⁻¹ (Figura 10). Fayad et al. (2002) encontraram valores de massa seca de parte aérea de 406 e 398 g planta⁻¹ das cultivares Santa Clara e EF-50, respectivamente, valores próximos aos observados para a cultivar utilizada neste trabalho. Rattin et al. (2003) também encontraram valores de massa seca da parte aérea do híbrido Monte Carlo muito próximos aos encontrados neste trabalho (218 g planta⁻¹), ao crescerem plantas do tomateiro em uma solução nutritiva com 7,0 mmol L⁻¹ de N e 9 mmol L⁻¹ de K.

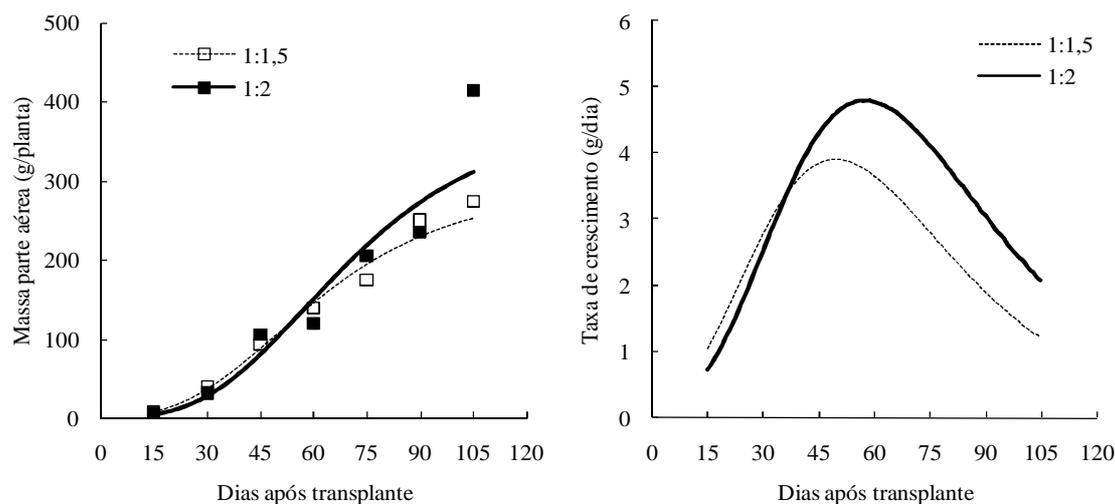


Figura 10. Massa de parte aérea e taxa de crescimento absoluto de plantas de tomateiro, crescidas sob duas razões N:K (1:1,5 e 1:2) na solução, em sistema de cultivo hidropônico, em sete épocas de avaliação; símbolos indicam as médias experimentais, e as linhas o modelo de Gompertz ajustado aos dados.

Não houve efeito significativo das razões N:K na solução, assim como da interação entre razões N:K e coletas, para a acumulação de nutrientes na parte aérea do tomateiro em hidroponia (Anexo: tabela 74). Porém, observou-se uma tendência de maior acúmulo de N nas plantas crescidas na relação N:K 1:2,0, com valor próximo a 7500 mg N planta⁻¹, enquanto as plantas na relação N:K 1:1,5 apresentaram conteúdo de N próximo a 5400 mg N planta⁻¹ (Figura 11). A taxa máxima de acumulação observada na relação N:K de 1:2,0 foi próxima de 120 mg N dia⁻¹, aos 54 DAT, enquanto na relação 1:1,5, a taxa máxima observada foi próxima de 90 mg N dia⁻¹, aos 38 DAT (Figura 11). Gargantini & Blanco (1963) encontraram valores abaixo dos observados neste trabalho (4304 mg N planta⁻¹) para a cultivar Santa Cruz 1639 em ambiente protegido. Já Fayad et al. (2002), ao cultivarem o híbrido EF-50 em casa de vegetação, encontraram valores superiores aos verificados para o híbrido Saladinha (valores de 9580 mg N planta⁻¹).

Observou-se também uma tendência a um maior acúmulo de K nas plantas crescidas na relação N:K 1:2,0 (12 g K planta⁻¹) quando comparadas com as plantas crescidas na relação N:K 1:1,5 (10 g K planta⁻¹) (Figura 11). A taxa máxima de acumulação na razão N:K 1:1,5 foi próxima a 165 mg K dia⁻¹ aos 45 DAT, e na razão N:K 1:2,0 foi de 188 mg K dia⁻¹ aos 54 DAT (Figura 11). Fayad et al. (2002) encontraram valores de conteúdo de K próximos aos obtidos neste trabalho para EF-50 (12 g K planta⁻¹). Já Gargantini & Blanco (1963) encontraram valores abaixo dos observados neste trabalho (5,8 g K planta⁻¹).

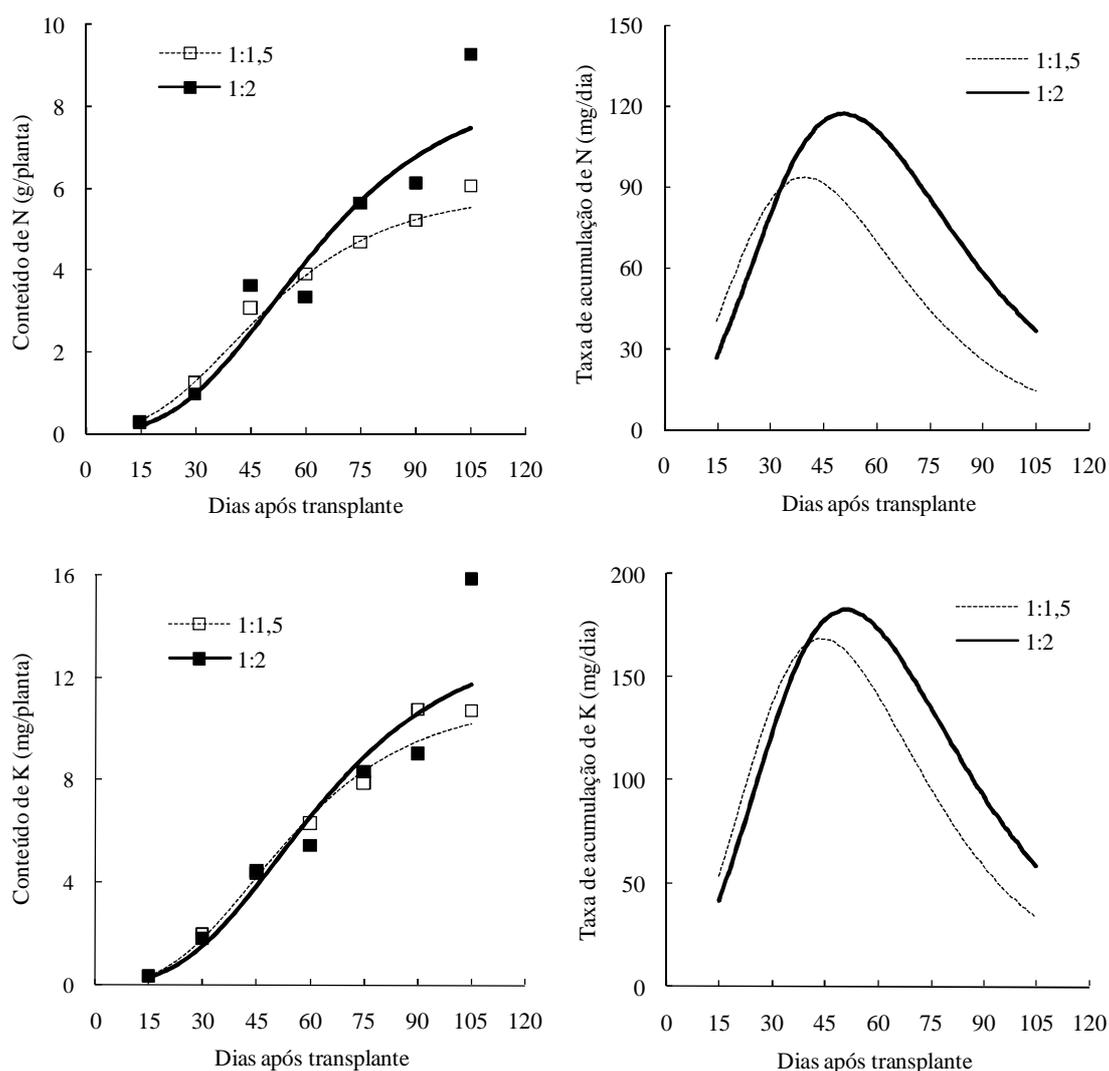


Figura 11. Conteúdo de N e K na parte aérea, e taxas de acumulação absoluta destes nutrientes, de plantas de tomateiro, crescidas sob duas razões N:K (1:1,5 e 1:2) na solução, em sistema de cultivo hidropônico, em sete épocas de avaliação; símbolos indicam as médias experimentais, e as linhas o modelo de Gompertz ajustado aos dados.

As doses de K também não influenciaram no conteúdo de Ca da parte aérea (Anexo: tabela 74). Os conteúdos de Ca aproximam-se aos obtidos por Gargantini & Blanco (1963) e são próximos dos obtidos por Fayad et al. (2002). Foi observada uma acumulação de $1600 \text{ mg Ca planta}^{-1}$ e taxa máxima de acumulação de $35 \text{ mg Ca dia}^{-1}$ aos 38 DAT na razão N:K 1:2,0, enquanto na razão N:K 1:1,5 a acumulação de Ca aos 105 DAT foi de $1400 \text{ mg Ca planta}^{-1}$ com taxa máxima de acumulação de $23 \text{ mg Ca dia}^{-1}$ (Figura 12).

O conteúdo de Mg, assim como as taxas máximas de acumulação, foram similares em ambos os tratamentos (Figura 12), indicando que as relações N:K não influenciaram na acumulação de Mg de tomateiro Saladinha. Os valores foram próximos a $125 \text{ mg Mg planta}^{-1}$ e $2,5 \text{ mg Mg dia}^{-1}$, para o conteúdo e a taxa de acumulação de Mg, respectivamente (Figura 12). Os valores obtidos neste trabalho são inferiores aos obtidos por Gargantini & Blanco (1963) e Fayad et al. (2002).

Pode-se observar que a relação N:K 1:2,0 causou uma maior altura de plantas, assim como tendência a uma maior acumulação diária de biomassa e de nutrientes do tomateiro sob

hidroponia (Figuras 10, 11 e 12). Apesar da análise de variância não indicar diferenças significativas entre as razões N:K para a acumulação de biomassa e de nutrientes na parte aérea, observou-se uma tendência de maiores taxas de crescimento e de acumulação de nutrientes nas plantas crescidas na razão N:K 1:2,0, quando comparados às plantas conduzidas na relação N:K 1:1,5. Entretanto, observou-se uma antecipação das taxas máximas de acumulação de biomassa e nutrientes das plantas crescidas na relação N:K 1:1,5.

Os tratamentos não influenciaram significativamente no número de frutos não comerciais e totais, na massa fresca unitária de frutos comerciais e não comerciais, na produção de frutos comerciais, não comerciais, produção total, assim como no diâmetro de frutos comerciais e não comerciais (Tabela 30). Para o percentual de sólidos solúveis totais, acidez titulável e pH da polpa, também não foram observadas influências significativas das relações N:K. Por outro lado, as plantas crescidas na relação N:K de 1:2,0 apresentaram maior número de frutos comerciais (Tabela 30). Os fatores bióticos e abióticos avaliados neste sistema contribuíram com uma redução de 24,0 % e 15,3 % do número de frutos comerciais para as plantas crescidas nas razões N:K 1:1,5 e 1:2,0, respectivamente (Tabela 30).

Tabela 30. Caracteres associados à produção e qualidade de frutos de plantas de tomateiro, crescidas sob duas razões N:K (1:1,5 e 1:2) na solução, em sistema de cultivo hidropônico, de junho a novembro de 2006.

Caracter	Razão N:K	
	1:1,5	1:2
Produção de frutos comerciais (g planta ⁻¹)	2700	3040
Produção de frutos não comerciais (g planta ⁻¹)	801	517
Produção de frutos totais (g planta ⁻¹)	3501	3556
Produção de frutos comerciais (g planta ⁻¹)	2700	3040
Número de frutos comerciais (planta ⁻¹)	20,4 b	24,5 a
Número de frutos não comerciais (planta ⁻¹)	6,7	4,6
Número de frutos totais (planta ⁻¹)	27,0	29,0
Diâmetro médio de frutos comerciais (mm)	61	59
Diâmetro médio de frutos não comerciais (mm)	59	56
Massa fresca unitária de fruto comercial (g fruto ⁻¹)	134	126
Massa fresca unitária de fruto não comercial (g fruto ⁻¹)	107	100
Sólidos solúveis totais (°Brix)	5,0	4,7
Acidez titulável (%)	0,32	0,31
pH no fruto	4,6	4,6
Proporção de frutos comerciais (%)	76,0	84,7
Frutos com podridão apical (%)	5,6	2,1
Frutos com lóculo aberto (%)	5,6	4,0
Frutos com broca (%)	9,4	5,8
Frutos com podridão (%)	1,5	1,8
Frutos com requeima (%)	1,6	1,4

Médias seguidas por letras diferentes na linha não diferem pelo teste F a 5%; ausência de letras indica diferença não significativa entre tratamentos.

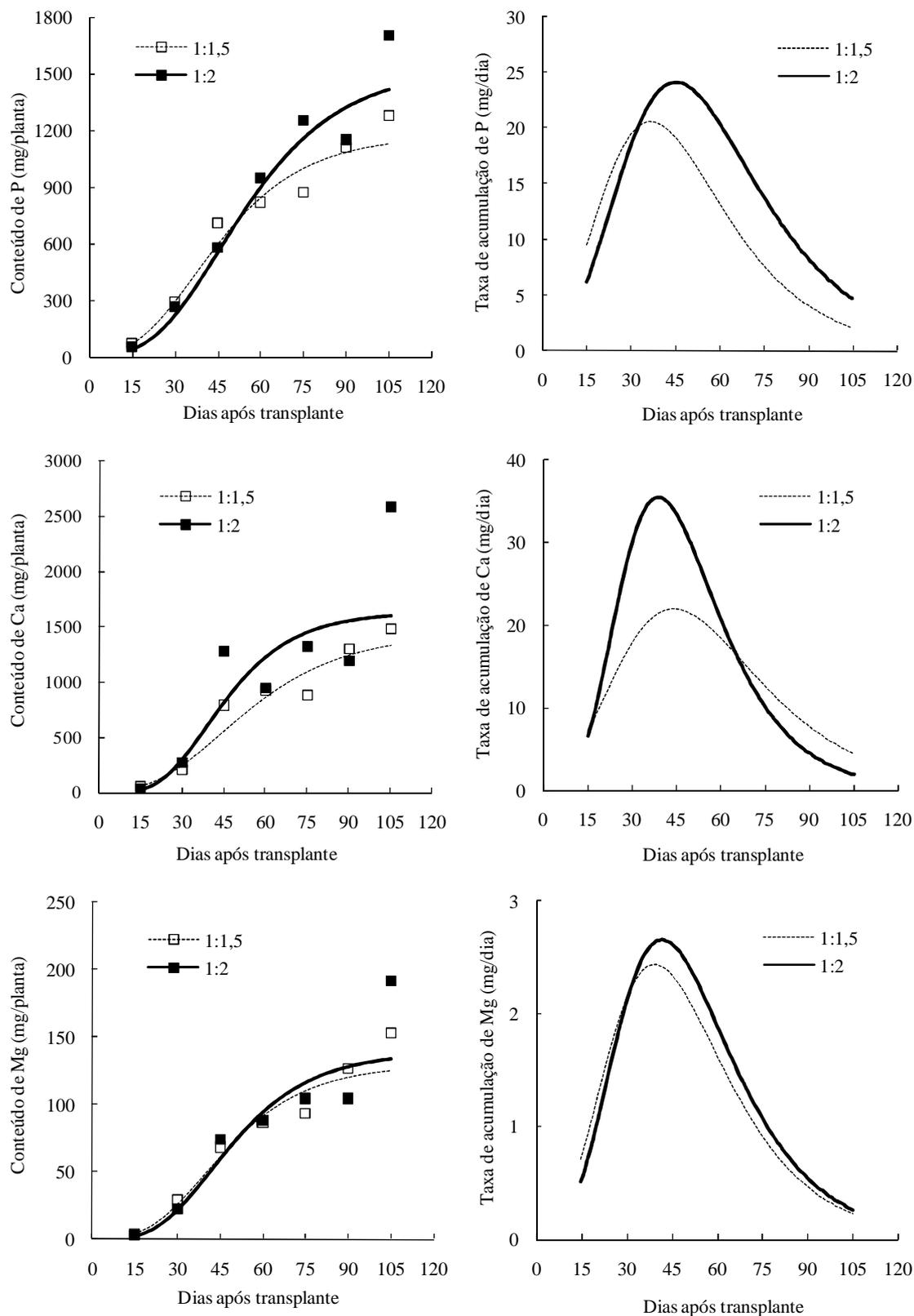


Figura 12. Conteúdo de P, Ca e Mg na parte aérea, e taxas de acumulação absoluta destes nutrientes, de plantas de tomateiro crescidas sob duas razões N:K (1:1,5 e 1:2) na solução, em sistema de cultivo hidropônico, em sete épocas de avaliação; símbolos indicam as médias experimentais, e as linhas o modelo de Gompertz ajustado aos dados.

15.3. Cultivo Fertirrigado

As diferentes doses de K não modificaram o diâmetro de caule nas sete épocas de avaliação das plantas do híbrido Saladinha, crescidas em sistema fertirrigado. Porém, a maior dose de K aumentou o número de nós e a altura de plantas ao final do ciclo (Tabela 31).

Tabela 31. Número de nós, altura da planta e diâmetro do caule de plantas de tomateiro, crescidas sob duas razões N:K (200:300 e 200:400, em kg ha⁻¹) aplicadas ao substrato, em sistema de cultivo fertirrigado, em sete épocas de avaliação, de junho a novembro de 2006.

Dias após transplante	Razão N:K (kg ha ⁻¹)		Razão N:K (kg ha ⁻¹)		Razão N:K (kg ha ⁻¹)	
	200:300	200:400	200:300	200:400	200:300	200:400
	Número de nós (planta ⁻¹)		Altura da planta (cm)		Diâmetro do caule (mm)	
15	7,7	7,3	22,3	26,0	57	65
30	11,7	11,7	51,7	57,0	82	86
45	13,3	12,3	72,0	75,0	103	104
60	12,3	14,0	84,3	89,0	118	118
75	13,3	15,0	78,3	90,7	120	115
90	14,3	16,7	81,7	106,7*	98	106
105	15,7	20,7*	87,0	106,0	114	107
Média	12,6	14,0*	68,2	78,6*	99	100

* Diferença significativa entre tratamentos pelo teste F a 5%; ausência de letra indica diferença não significativa.

A análise estatística indicou haver efeito significativo das doses de K, sem interações significativas entre as doses de K e coletas, para a massa de parte aérea do híbrido Saladinha (Anexo: tabela 80), indicando que o efeito do K foi similar em todas as épocas avaliadas. Foi observado maior acúmulo de massa seca da parte aérea na dose de 400 kg K ha⁻¹. O acúmulo de massa das plantas cultivadas na maior dose de K foi superior a partir dos 45 DAT, com maior acumulação de massa até o final de ciclo, com o máximo de, aproximadamente, 200 g planta⁻¹ aos 105 DAT. Para as plantas na dose 300 kg K ha⁻¹ foi observada a máxima acumulação de biomassa de 160 g planta⁻¹ (Figura 13).

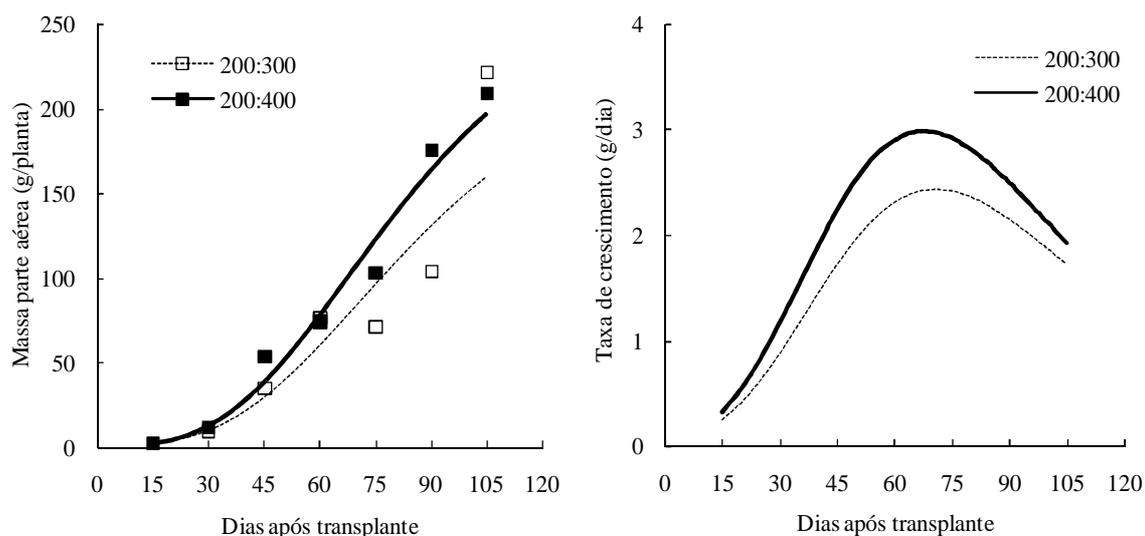


Figura 13. Massa de parte aérea e taxa de crescimento absoluto de plantas de tomateiro, crescidas sob duas razões N:K (200:300 e 200:400, em kg ha⁻¹) aplicadas ao substrato, em sistema de cultivo fertirrigado, em sete épocas de avaliação; símbolos indicam as médias experimentais e as linhas o modelo de Gompertz ajustado aos dados.

Observou-se uma taxa de crescimento de 3,0 g dia⁻¹ nas plantas crescidas com 400 kg K ha⁻¹ e, de 2,3 g planta⁻¹ nas plantas crescidas na menor dose aos 65 DAT (Figura 13). Rattin et al. (2003) também encontraram valores de massa seca da parte aérea do híbrido Monte Carlo muito próximos aos encontrados neste trabalho para a dose de 400 kg K ha⁻¹.

Foram constatados efeitos significativos das doses de K nos conteúdos de N, K e Ca na parte aérea, sem interações significativas entre doses de K e coletas (Anexo: tabela 80), indicando que as doses de K afetaram a acumulação de N, K e Ca de forma similar em todas as épocas avaliadas.

O conteúdo de N na parte aérea foi de 3000 mg N planta⁻¹ na dose de 400 kg K ha⁻¹, com acumulação máxima aos 105 DAT, enquanto na dose de 300 kg K ha⁻¹ a acumulação foi de 2500 mg N planta⁻¹ (Figura 14). A taxa máxima de acumulação de N na dose de 400 kg K ha⁻¹ foi aos 45 DAT, com valor de 55 mg dia⁻¹ (Figura 14), e na dose de 300 kg K ha⁻¹ foi aos 55 DAT, com valor de 35 mg N dia⁻¹ (Figura 14). Os conteúdos de N das plantas do híbrido Saladinha foram inferiores aos observados tanto por Fayad et al. (2002) quanto por Gargantini & Blanco (1963).

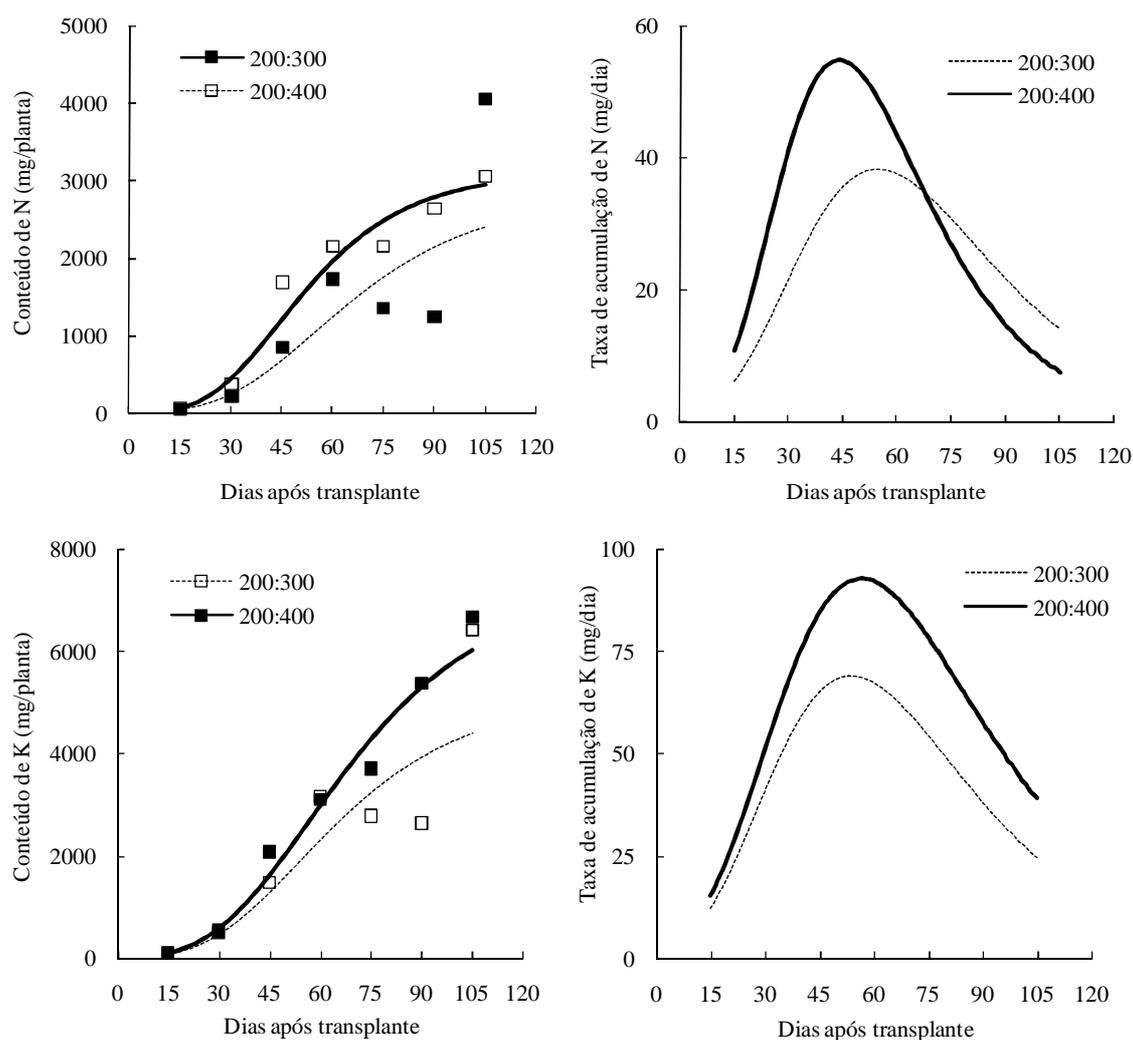


Figura 14. Conteúdo de N e K na parte aérea, e taxas de acumulação absoluta destes nutrientes, de plantas de tomateiro, crescidas sob duas razões N:K (200:300 e 200:400, em kg ha^{-1}) aplicadas ao substrato, em sistema de cultivo fertirrigado, em sete épocas de avaliação; símbolos indicam as médias experimentais, e as linhas o modelo de Gompertz ajustado aos dados.

O conteúdo de K na parte aérea foi maior na maior dose de K (Figura 14). Foram observados conteúdos de, aproximadamente, $6000 \text{ mg K planta}^{-1}$ na dose de 400 kg K ha^{-1} e de $4200 \text{ mg K planta}^{-1}$ na dose de 300 kg K ha^{-1} (Figura 14). A taxa de acumulação máxima das plantas crescidas com 300 kg K ha^{-1} foi observada aos 52 DAT, com valor de 70 mg K dia^{-1} , e na dose de 400 kg K ha^{-1} aos 60 DAT, com valor de 90 mg K dia^{-1} (Figura 14). Os conteúdos de K observados neste trabalho aproximam-se aos observados por Gargantini & Blanco (1963).

Apesar das doses de K não modificarem os conteúdos de P na parte aérea, observou-se uma tendência das plantas crescidas na dose de 400 kg K ha^{-1} apresentarem maiores conteúdos de P na parte aérea aos 105 DAT (Figura 15). As taxas de acumulação máxima de P foram aos 45 DAT, sendo de 6 mg P dia^{-1} para as plantas crescidas na dose de 400 kg K ha^{-1} e de 4 mg P dia^{-1} para as plantas crescidas na dose 300 kg K ha^{-1} (Figura 15). Os conteúdos de P observados neste trabalho são inferiores aos verificados por Gargantini & Blanco (1963), assim como por Fayad et al. (2002).

O conteúdo de Ca na parte aérea diferiu significativamente nas plantas crescidas sob diferentes doses de K, sendo observados aos 105 DAT valores próximos a 400 mg Ca planta⁻¹ na dose de 400 kg K ha⁻¹ e de 320 mg Ca planta⁻¹ na dose de 300 kg K ha⁻¹ (Figura 15). As taxas de acumulação máxima na dose de 400 kg K ha⁻¹ foram de 7,0 mg Ca dia⁻¹ aos 45 DAT, e na dose de 300 kg K ha⁻¹ de 5,0 mg Ca dia⁻¹ aos 60 DAT (Figura 15). Os valores observados também se encontram muito abaixo dos verificados por Gargantini & Blanco (1963), assim como por Fayad et al. (2002).

Foi observado um conteúdo de Mg aos 105 DAT de 80 mg Mg planta⁻¹ na dose de 400 kg K ha⁻¹, e de 60 mg Mg planta⁻¹ na dose de 300 kg de K ha⁻¹ (Figura 15). As taxas de acumulação máxima de Mg foram aos 45 DAT na dose 300 kg K ha⁻¹, com 1,0 mg Mg dia⁻¹, e aos 52 DAT na dose de 400 kg K ha⁻¹, com 1,2 mg Mg dia⁻¹ (Figura 15). Os valores observados também se encontram muito abaixo dos verificados por Gargantini & Blanco (1963), assim como por Fayad et al. (2002).

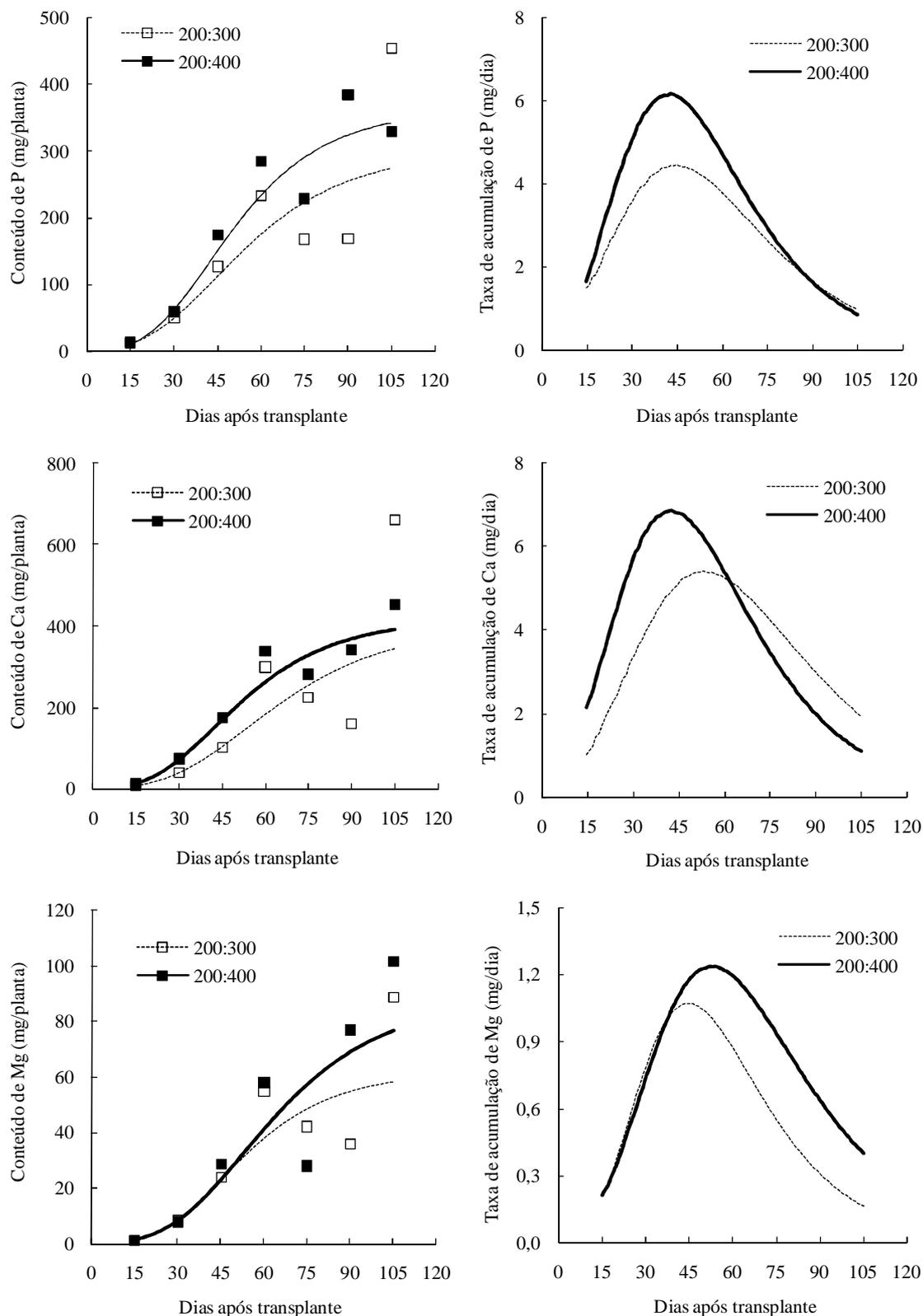


Figura 15. Conteúdo de P, Ca e Mg na parte aérea, e taxas de acumulação absoluta destes nutrientes, de plantas de tomateiro crescidas sob duas razões N:K (200:300 e 200:400, em kg ha^{-1}) aplicadas ao substrato, em sistema de cultivo fertirrigado, em sete épocas de avaliação; símbolos indicam as médias experimentais e as linhas o modelo de Gompertz ajustado aos dados.

Constatou-se que a maior dose de K (400 kg K ha⁻¹) aumentou a quantidade de nós, assim como a altura de plantas e as taxas de acumulação de biomassa e de N, P, K, Ca e Mg do tomateiro durante o ciclo da cultura sob fertirrigação (Figuras 13, 14 e 15). Destaca-se que as plantas crescidas na dose de 400 kg K ha⁻¹ mantiveram taxas de crescimento e de acumulação de nutrientes superiores durante praticamente todo o ciclo de crescimento.

A dose de 400 kg K ha⁻¹ aumentou significativamente o número de frutos comerciais, assim como a produção de frutos comerciais em relação à dose de 300 kg K ha⁻¹ (Tabela 31). Por outro lado, não houve efeito significativo das doses de K para o número de frutos não comerciais e totais, massa fresca unitária de frutos comerciais e não comerciais, produção de frutos não comerciais e totais, diâmetro médio de frutos comerciais e não comerciais, assim como percentual de sólidos solúveis totais, percentual de acidez titulável e pH da polpa (Tabela 32). Carvalho et al. (2005), ao avaliarem as características físico-químicas de híbridos de tomateiro crescidos sob fertirrigação em substrato comercial, observaram percentuais de sólidos solúveis totais, acidez titulável e pH de polpa próximos aos encontrados neste trabalho.

Tabela 32. Caracteres associados à produção e qualidade de frutos de plantas de tomateiro, crescidas sob duas razões N:K (200:300 e 200:400, em kg ha⁻¹) aplicadas ao substrato, em sistema de cultivo fertirrigado, de junho a novembro de 2006.

Caracter	Razão N:K (kg ha ⁻¹)	
	200:300	200:400
Produção de frutos comerciais (g planta ⁻¹)	808 b	984 a
Produção de frutos não comerciais (g planta ⁻¹)	389	340
Produção de frutos totais (g planta ⁻¹)	1197	1323
Número de frutos comerciais (planta ⁻¹)	9,6 b	11,0 a
Número de frutos não comerciais (planta ⁻¹)	5,4	5,0
Número de frutos totais (planta ⁻¹)	14,9	16,0
Diâmetro médio de frutos comerciais (mm)	49	54
Diâmetro médio de frutos não comerciais (mm)	47	49
Massa fresca unitária de fruto comercial (g fruto ⁻¹)	82	91
Massa fresca unitária de fruto não comercial (g fruto ⁻¹)	71	75
Sólidos solúveis totais (°Brix)	4,96	5,01
Acidez titulável (%)	0,37	0,37
pH no fruto	4,4	4,4
Proporção de frutos comerciais (%)	66,5	71,3
Frutos com podridão apical (%)	25,1	21,4
Frutos com lóculo aberto (%)	0,6	0,5
Frutos com broca (%)	2,0 b	4,3 a
Frutos com podridão (%)	3,6	2,2
Frutos com requeima (%)	1,9	0,3

Médias seguidas por letras diferentes na linha não diferem pelo teste F a 5%; ausência de letras indica diferença não significativa entre tratamentos.

A redução no número de frutos comerciais, devido a fatores bióticos e abióticos avaliados em fertirrigação, foi próxima de 31 % (Tabela 32). O percentual de ataque de *Neoleucinodes elegantalis* em frutos do híbrido Saladinha foi maior na dose de 400 kg K ha⁻¹ (Tabela 31). O percentual de podridão apical foi alto neste sistema, com valores em torno de 23 % (Tabela 32). Cardoso et al. (1995), citando vários autores, descrevem que a podridão apical pode ser causada por um baixo suprimento de água no sistema, elevados níveis de N (NH₄⁺), K, Mg ou Na, baixo potencial hídrico, intensa transpiração foliar, baixo pH no solo ou substrato, e interação entre Ca e B.

15.4. Análise Conjunta dos Sistemas

Ao se analisar os sistemas conjuntamente, verificam-se diferenças significativas entre os experimentos para alguns caracteres analisados. A produção de frutos do híbrido Saladinha foi superior no sistema de cultivo hidropônico (Tabela 33), com produtividade total e comercial de 93,5 e 77,5 Mg ha⁻¹, respectivamente. Já para o sistema a campo, as produtividades total e comercial foram de 69,4 e 42,3 Mg ha⁻¹, respectivamente, e para o sistema fertirrigado foram de 33,8 e 24,9 Mg ha⁻¹. Genuncio et al. (2006) observaram produtividades próximas às verificadas neste trabalho ao crescerem o híbrido Saladinha em sistema hidropônico NFT.

Apesar das temperaturas máximas observadas estarem muito altas, a existência de um balanço energético favorável entre as temperaturas máximas e mínimas (Tabela 34) pode ter favorecido a um aumento significativo da produtividade no sistema hidropônico. Castro et al. (1987) citam que a energia contida no meio pode ser expressa pela temperatura do ar, e é resultante do balanço energético que aí se estabelece, e este balanço energético pode afetar de forma significativa os processos de crescimento das plantas. Castilla (2005), Alpi & Tognoni (1999), assim como Andriolo (1999), estabelecem que o balanço energético dentro de um ambiente protegido é função das variações entre as temperaturas máximas e mínimas diárias estabelecidas neste ambiente, e as respostas dos cultivos protegidos é função da ocorrência deste gradiente térmico em cada estágio de crescimento da cultura. Pimentel (1998) destaca que a velocidade de desenvolvimento aumenta linearmente desde que haja uma variação entre a temperatura basal (14 °C para o tomateiro) e a temperatura ótima (27 °C para o tomateiro), e que temperaturas acima da temperatura ótima ocasionam redução no acúmulo de biomassa.

Tabela 33. Análise conjunta dos sistemas hidropônico, fertirrigado e campo, de caracteres associados à produção e qualidade de frutos de plantas de tomateiro; médias de duas razões N:K aplicadas, de junho a novembro de 2006.

Caracter	Sistema		
	Hidropônico	Fertirrigado	Campo
Produção de frutos comerciais (g planta ⁻¹)	3038 a	978 c	1657 b
Produção de frutos não comerciais (g planta ⁻¹)	628 b	347 c	1065 a
Produção de frutos totais (g planta ⁻¹)	3665 a	1325 c	2723 b
Número de frutos comerciais (planta ⁻¹)	23,8 a	11,2 b	10,1 b
Número de frutos não comerciais (planta ⁻¹)	5,3 ab	5,1 b	7,8 a
Número de frutos totais (planta ⁻¹)	29,1 a	16,2 b	17,9 b
Diâmetro de frutos comerciais (mm)	60 b	52 c	67 a
Diâmetro de frutos não comerciais (mm)	57	51	62
Massa fresca unitária de frutos (g fruto ⁻¹)	130 b	87 c	160 a
Sólidos solúveis totais (°Brix)	4,7 ab	4,9 a	4,5 b
Acidez titulável (%)	0,30 b	0,37 a	0,37 a
pH no fruto	4,6 a	4,3 b	4,4 b
Proporção de frutos comerciais (%)	82,6 a	72,2 a	55,8 b
Frutos com podridão apical (%)	4,1 b	20,5 a	1,8 b
Frutos com lóculo aberto (%)	3,1	0,4	8,2
Frutos com broca (%)	6,7 b	3,8 b	18,3 a
Frutos com podridão (%)	1,7 b	2,2 b	6,9 a

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem pelo teste de Duncan a 5%; ausência de letras indica diferença não significativa entre sistemas.

Tabela 34. Médias de temperatura máxima, mínima e umidade relativa do ar observadas para o tomateiro crescido em sistemas a campo e cultivo protegido nos meses de julho a novembro de 2006.

Data	T max. (°C)	T min. (°C)	UR (%)	T max. (°C)	T min. (°C)	UR (%)
Sistemas	Cultivo protegido			A campo		
Julho/06	37,1	18,1	54,4	35,0	17,3	54,3
Agosto/06	35,5	18,7	63,9	33,3	17,3	59,8
Setembro/06	32,1	19,0	64,8	29,1	17,4	64,8
Outubro/06	35,0	20,8	71,3	31,8	19,9	71,5
Novembro/06	39,9	22,4	69,0	35,4	21,5	69,1
Média	35,9	19,8	64,7	32,9	18,7	63,9

As produtividades de frutos observadas no sistema fertirrigado estão muito abaixo das médias verificadas por outros autores, em cultivos a campo ou em ambientes protegidos (Gualberto et al., 2002). A baixa produtividade neste sistema de cultivo, assim como a menor produção de frutos comerciais e totais, pode estar relacionada aos baixos conteúdos de N, P, Ca e Mg nas plantas, independentemente das doses de K. Apesar de a fertirrigação ser considerada uma forma de adubação eficiente, problemas como retenção de umidade do substrato, salinização no meio radicular, falta de aeração, temperaturas altas, pH do substrato inadequado, distribuição desuniforme de fertilizantes e água nos gotejadores e problemas de fixação de P no substrato, assim como lixiviação de K e N, podem reduzir o crescimento e produtividade das culturas neste sistema de cultivo (Lopez, 2005)

A produção comercial e total de frutos do híbrido Saladinha em hidroponia foi superior aos demais sistemas, assim como o número de frutos comerciais, não comerciais e totais. Por outro lado, pode-se constatar que a produção de frutos não comerciais foi inferior ao sistema fertirrigado (Tabela 33). Montoya et al. (2002) observaram produção e número de frutos totais superiores às verificadas neste trabalho, assim como Gualberto et al. (2002).

A produção de frutos comerciais e totais no sistema a campo foi intermediária. As plantas do híbrido Saladinha conduzidas a campo apresentaram maior massa fresca e maior diâmetro de frutos comerciais (Tabela 33). Observou-se menor percentual de sólidos solúveis totais das plantas crescidas a campo, comparadas aos demais sistemas (Tabela 33). Os percentuais de sólidos solúveis totais e pH de polpa nas plantas sob ambiente protegido estão acima dos preconizados por Silva & Giordano (2000). As plantas cultivadas em sistema hidropônico apresentaram os menores valores de acidez titulável (Tabela 33). Fernandes et al. (2002) e Fontes et al. (2004) também encontraram percentuais de sólidos solúveis totais, pH de polpa, assim como acidez titulável próximos aos verificados neste trabalho.

Destaca-se que as plantas do híbrido Saladinha conduzidas a campo apresentaram menores percentuais de frutos comerciais (Tabela 33). As causas dessa redução foram, em ordem decrescente: ataque de broca pequena (*Neoleucinodes elegantalis*), lóculo aberto e podridão apical. No sistema fertirrigado houve maior índice de podridão apical que nos demais. A ocorrência de lóculo aberto, podridão apical e broca foi observada nas plantas conduzidas em hidroponia, porém estes fatores reduziram o percentual de frutos comerciais em 15,6 %, percentual inferior aos observados nos demais sistemas de cultivo (Tabela 33).

Gonçalves et al. (1997) e Silva & Carvalho (2004) afirmam que o ataque de *Neoleucinodes elegantalis* em tomateiro pode levar a perdas de produtividade de até 50 %, pela destruição e apodrecimento de frutos. Nuez (2001) destacam que as principais perdas ocasionadas por distúrbios fisiológicos em plantas de tomateiro cultivadas em ambiente protegido são a deficiência de cálcio, estresse osmótico causado pelo aumento da salinidade na rizosfera, as mudanças bruscas de temperatura. As perdas em produtividade causadas por podridão apical e lóculo aberto podem chegar a 50 % em tomateiros (Cardoso et al., 1995).

16. CONCLUSÕES

A dose de 300 kg K ha⁻¹ estimulou o crescimento e a acumulação de nutrientes do tomateiro nas fases vegetativas do ciclo da cultura a campo, porém valores similares de acumulação de biomassa e nutrientes na parte aérea dentre os tratamentos foram observados ao final do ciclo.

A dose de 300 kg K ha⁻¹ aumentou o diâmetro de frutos comerciais no cultivo a campo. As plantas crescidas na dose 225 kg K ha⁻¹ apresentaram maior percentual de ataque de broca (*Neoleucinodes elegantalis*) no cultivo a campo.

Em hidroponia, não houve efeito significativo das razões N:K na acumulação de biomassa e nutrientes na parte aérea do híbrido Saladinha. Entretanto, observou-se uma tendência de maiores taxas de crescimento e de acumulação de nutrientes nas plantas crescidas na razão N:K 1:2,0, quando comparados às plantas conduzidas na relação N:K 1:1,5.

A relação N:K de 1:2,0 aumentou a altura e o número de frutos comerciais, mas não alterou os demais caracteres associados à qualidade de frutos em hidroponia.

Em fertirrigação, as taxas de crescimento e de acumulação de nutrientes na parte aérea foram superiores na dose de 400 kg K ha⁻¹ praticamente durante o ciclo de crescimento, assim como o número de nós e altura das plantas ao final do ciclo e o número e a produção de frutos comerciais.

A produção comercial e total de frutos em hidroponia foi superior aos demais sistemas. As produtividades totais foram de 69,4 Mg ha⁻¹ para o sistema a campo, 93,5 Mg ha⁻¹ para o sistema hidropônico e 33,8 Mg ha⁻¹ para o sistema fertirrigado.

Dentre os fatores determinantes para a redução do percentual de frutos comerciais, destaca-se o ataque de *Neoleucinodes elegantalis* no cultivo a campo, e a podridão apical e o lóculo aberto em ambiente de cultivo protegido.

17. CAPÍTULO III

PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS DE QUATRO CULTIVARES DE TOMATEIRO EM SISTEMAS HIDROPÔNICO E FERTIRRIGADO SOB DUAS DOSES DE POTÁSSIO

18. RESUMO

O manejo da nutrição mineral em tomateiro sob cultivo protegido, contemplando as demandas de diferentes cultivares, é essencial para melhorar o rendimento da cultura. O presente trabalho objetivou avaliar a produção e qualidade de frutos de quatro cultivares de tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) em sistemas de cultivo hidropônico e fertirrigado, sob duas doses de potássio. Dois experimentos foram conduzidos simultaneamente em casa de vegetação, entre julho e novembro de 2007, em esquema fatorial 4x2 com quatro repetições, combinando quatro genótipos (as cultivares Cereja 261, San Marzano e Santa Clara e o híbrido Cereja Chipano) com duas doses de K (razões N:K de 1:1,5 e 1:2 no hidropônico, e 1:2 e 1:3 no fertirrigado). A produção média de frutos comerciais foi de 2,5 e 1,8 kg por planta no sistema hidropônico e fertirrigado, respectivamente, atingindo 3,3 kg por planta na cultivar Santa Clara em hidroponia. No experimento hidropônico, as doses de K não afetaram a produção de frutos comerciais e o teor de sólidos solúveis, apesar de um aumento de 6,5% na produção na maior razão N:K. A maior razão N:K na hidroponia aumentou a massa e o diâmetro médio dos frutos comerciais da Cultivar San Marzano. No sistema fertirrigado, a maior dose de K estimulou o crescimento vegetativo do tomateiro, com o aumento a massa de caule do híbrido Chipano e, a massa de folha e caule da cultivar San Marzano e a massa de folha da cultivar Santa Clara e aumentou a quantidade de frutos do tomateiro do grupo cereja. Entretanto, não afetou a produção e a qualidade dos frutos. As cultivares San Marzano e Santa Clara tiveram maior produção de frutos nos dois sistemas. A produção de frutos e o teor de sólidos solúveis das cultivares San Marzano e Santa Clara foram maiores no sistema hidropônico em comparação ao fertirrigado.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum*. Tomate italiano. Tomate cereja. Produção de frutos comerciais.

19. ABSTRACT

The management of the mineral nutrition of tomato in protected cultivation systems, also considering the requirement of different cultivars, is essential to improve crop yield. This work intended to evaluate the fruit yield and quality of four tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) cultivars in hydroponics and fertirrigation systems at two potassium levels. Two experiments were carried out simultaneously in greenhouse, from July to November 2007, in 4x2 factorial design with four replicates, comprising four genotypes (the cultivars (Cereja 261, San Marzano, and Santa Clara and the hybrid Cereja Chipano) and two K levels (N:K ratios 1:1.5 and 1:2 in hydroponics, and 1:2 and 1:3 in fertirrigation). Average yield of commercial fruits was 2.5 and 1.8 kg per plant in the hydroponics and fertirrigation system, respectively, reaching 3.3 kg per plant for cultivar Santa Clara in hydroponics. In the hydroponics system, K levels did not affect fruit production nor the concentration of soluble solids, although the commercial fruit yield increased 6.5% at the higher N:K ratio. The higher N:K ratio in hydroponics increased the average mass and diameter of commercial fruits, reducing K concentration in fruits. In the fertirrigation system, the higher K level stimulated the vegetative growth of tomato plants but did not affect the fruit quality and yield. The cultivars San Marzano and Santa Clara had higher fruit yield in both experiments. Fruit yield and total soluble solids of cultivars San Marzano and Santa Clara were higher in the hydroponics system as compared to fertirrigation.

Key words: *Solanum lycopersicum*. Italian tomato. Cherry tomatoes. Fruit production.

20. INTRODUÇÃO

As técnicas de cultivo protegido do tomateiro buscam minimizar perdas causadas por adversidades climáticas e ambientais, além de otimizar o consumo de insumos. O cultivo do tomateiro em ambiente protegido pode propiciar produtividades superiores a 100 Mg ha⁻¹ em ciclos de 150 dias (Andriolo et al., 1997). Dentre os sistemas de cultivo protegido do tomateiro, destacam-se a hidroponia, definida como um cultivo sem solo onde as raízes recebem uma solução nutritiva balanceada e a fertirrigação, onde os fertilizantes são aplicados em conjunto com a irrigação, propiciando menores perdas de nutrientes. Informações mais detalhadas sobre a nutrição mineral do tomateiro em cultivo protegido são essenciais para a definição de dosagens adequadas de fertilizantes, objetivando o máximo rendimento e elevado padrão de qualidade dos frutos. Atualmente há uma tendência à redução do uso de fertilizantes nos cultivos comerciais, especialmente em ambientes de cultivo protegido e nas estações mais quentes do ano.

O tomateiro destaca-se entre as hortaliças cultivadas por ser extremamente exigente em nutrientes, apresentando demandas diferenciadas de acordo com os estágios de desenvolvimento, com o ciclo de cultivo (curto, médio e longo), com o genótipo e com a época do ano (Moraes, 1997). Gargantini & Blanco (1963) constataram que as taxas de absorção de N e K em tomateiro em casa-de-vegetação alcançaram valores máximos no período de 100 a 120 dias após a germinação, sendo o K o nutriente acumulado em maiores quantidades pelo cultivo. Fayad et al. (2002) observaram que a máxima absorção diária de nutrientes em dois híbridos de tomateiro coincidiu com o período inicial da frutificação, quando há mobilização de nutrientes e fotoassimilados para os frutos. Outros trabalhos têm demonstrado que a qualidade de tomates cultivados depende da adequação da adubação empregada às fases de desenvolvimento da cultura (Carvalho et al., 2004).

Trabalhos avaliando a adaptação de cultivares e/ou híbridos para o cultivo protegido do tomate encontraram variações nas produtividades, em razão de interações entre genótipos e ambientes e práticas culturais adotadas nos ensaios (Gualberto et al., 2002; Caliman et al., 2005). Quando se associa genótipos com alto potencial produtivo e manejo de condições ambientais favoráveis, obtêm-se altos índices de produtividade, proporcionando aumentos de produção de 25 a 40% devido à maturação precoce, melhor uniformidade, maior vigor inicial e desenvolvimento, melhor qualidade de frutos e resistência a doenças (Melo et al., 1988).

Especificamente, o K atua na regulação da abertura estomática, a qual se relaciona diretamente com a fotossíntese (etapa bioquímica) e em consequência com a síntese de fotoassimilados, além de atuar como ativador enzimático (Taiz & Zeiger, 2004). A deficiência de K limita o transporte de fotoassimilados para os frutos de solanáceas, causando redução no número e tamanho de frutos e distúrbios como maturação desuniforme (Carvalho et al., 2004). Doses adequadas de K podem aumentar em até 30% a síntese de carotenóides, além de minimizar o abortamento de frutos de tomate (Carvalho et al., 2004). Mengel & Viro (1974) observaram que o aumento do suprimento de K incrementou o peso médio dos frutos de tomate, apesar do efeito mais expressivo ter sido o aumento do número de frutos por planta.

Por conseguinte, pode-se inferir que uma planta de tomate sob adequado fornecimento de K, considerando inclusive o balanceamento com os demais nutrientes, pode apresentar maior produção e melhor qualidade de frutos. Neste sentido, foram conduzidos dois experimentos simultâneos em ambiente protegido, sendo um em sistema hidropônico e outro em sistema fertirrigado, com o objetivo de avaliar o crescimento, a produção, os teores de nitrogênio e potássio, assim como a qualidade de frutos de quatro cultivares de tomateiro, sob duas razões de fornecimento de N:K.

21. MATERIAL E MÉTODOS

21.1. Implantação dos Experimentos

O experimento foi conduzido na área experimental do Departamento de Solos, no Instituto de Agronomia da UFRRJ. Foram implantados dois sistemas de cultivo para o tomateiro: hidropônico e fertirrigado. Foi utilizada a mesma casa-de-vegetação dos experimentos anteriores para a condução das plantas nos sistemas hidropônico e fertirrigado.

Os dois sistemas de cultivo foram implantados simultaneamente, em 25 de julho de 2007 e conduzidos até o dia 15 de novembro de 2007 (fase de transplante das mudas para as áreas experimentais). A semeadura foi realizada no dia 20 de junho de 2007, utilizando-se substrato de fibra de coco e bandejas de isopor contendo 188 células (fase de preparo das mudas). A análise química da fibra utilizada para a germinação indicou valores de pH de 5,7; condutividade elétrica de 1,2 mS cm⁻¹ determinados a partir da análise de uma alíquota do extrato obtido da relação entre 1:1,5 entre o substrato e água; macronutrientes (em mmol L⁻¹) 0,5 de NH₄; 0,9 de NO₃; 7 de K; 1,0 de Cl; 0,7 de Na; 3,4 de SO₄; 0,6 de Ca; HCO₃ < 0,1; 0,6 de Mg; 2,11 de P; micronutrientes (em μmol L⁻¹) 1 de Fe; 1,3 de B; 1,9 de Mn; Cu < 0,1 e 0,7 de Zn segundo Ende (1989).

A germinação foi na ausência de radiação solar no decorrer das primeiras 72 horas, e logo após, as sementes foram postas para crescer em casa de vegetação, temperatura em torno de 25 °C e UR de 80 %. As plântulas receberam solução de Hoagland & Arnon diluída a ¼ aos 15 dias após plantio. Aos 35 dias após plantio (24 de junho de 2007), as mudas foram transplantadas para os respectivos sistemas de cultivo.

Foram utilizadas quatro cultivares de tomateiro de distintos grupos. As cultivares do grupo cereja utilizadas foram a cultivar tipo Cereja 261 e híbrido Cereja Chipano. Caracterizam-se por apresentarem ciclo de 90 dias, crescimento indeterminado, diâmetro médio de frutos de 4 cm e massa de frutos variando entre 18 e 23 g. A cultivar do grupo italiano, denominada San Marzano, tem ciclo de 110 dias, crescimento indeterminado, diâmetro médio de frutos de 4 cm e massa de frutos variando entre 60 e 70 g. A cultivar Santa Clara, do grupo Santa Cruz, tem ciclo de 110 dias, crescimento indeterminado, diâmetro médio de frutos de 9 cm e massa de frutos de 180 g (Isla, 2008).

21.2. Sistema Hidropônico

O sistema de cultivo hidropônico utilizado foi o NFT, sendo utilizados 12 canais de cultivo, com espaçamento de 0,6 m entre fileiras (fileiras duplas), 0,5 m entre furos (local de transplante da muda) e 1,0 m nas ruas; os perfis tinham capacidade suporte de 20 plantas por canal. Para a irrigação utilizou-se uma intermitência de acionamento da bomba em intervalos de 15 minutos intercalados em irrigação e aeração. Foi utilizado um desnível de 4 % entre o local de injeção e o local de captação da solução nutritiva. A vazão estimada para cada canal foi de 4 L min⁻¹.

Para o armazenamento da solução nutritiva foram utilizados dois reservatórios em fibra de vidro com capacidade para 1500 L, cada. Para cada reservatório foi utilizado um sistema de oxigenação da solução nutritiva tipo 'venturi' conforme descrito por Furlani et al. (1999). Em média, foram realizadas 48 irrigações de 15 minutos durante a fase diurna de cultivo durante o dia e 5 irrigações de 15 minutos durante a noite na fase vegetativa, e 48 irrigações de 30 minutos durante a fase diurna e 5 irrigações de 15 minutos durante a fase noturna, de acordo com procedimentos descritos por Moraes (1997).

No experimento foram disponibilizadas 4 parcelas experimentais por tratamento, cada parcela experimental contendo 4 plantas no espaçamento em linhas duplas de 10 m de

comprimento, 0,50 m entre plantas e 0,50 m entre linhas. As linhas duplas de cultivo foram separadas por ruas que distavam 1 m. Foram utilizadas bordaduras externas e internas em todos os tratamentos (Figura 16).

Os tratamentos foram duas relações entre N:K (1:1,5 e 1:2,0) da solução de Hoagland & Arnon diluída a 50 % da concentração iônica (Tabela 35).

Tabela 35. Adubos e dosagens utilizadas nos tratamentos para o cultivo de tomateiro hidropônico.

Tratamentos	Ca(NO ₃) ₂	KNO ₃	MgSO ₄	MAP	MKP	KCl	NH ₄ NO ₃	CaCl ₂
	Quantidade em g 1000 L ⁻¹							
50 % N:K 1:1,5	425,0	258,0	267,0	16,0	50,0	85,0	6,5	0,0
50 % N:K 1:2,0	358,0	337,0	267,0	29,0	35,0	136,0	1,5	50,0

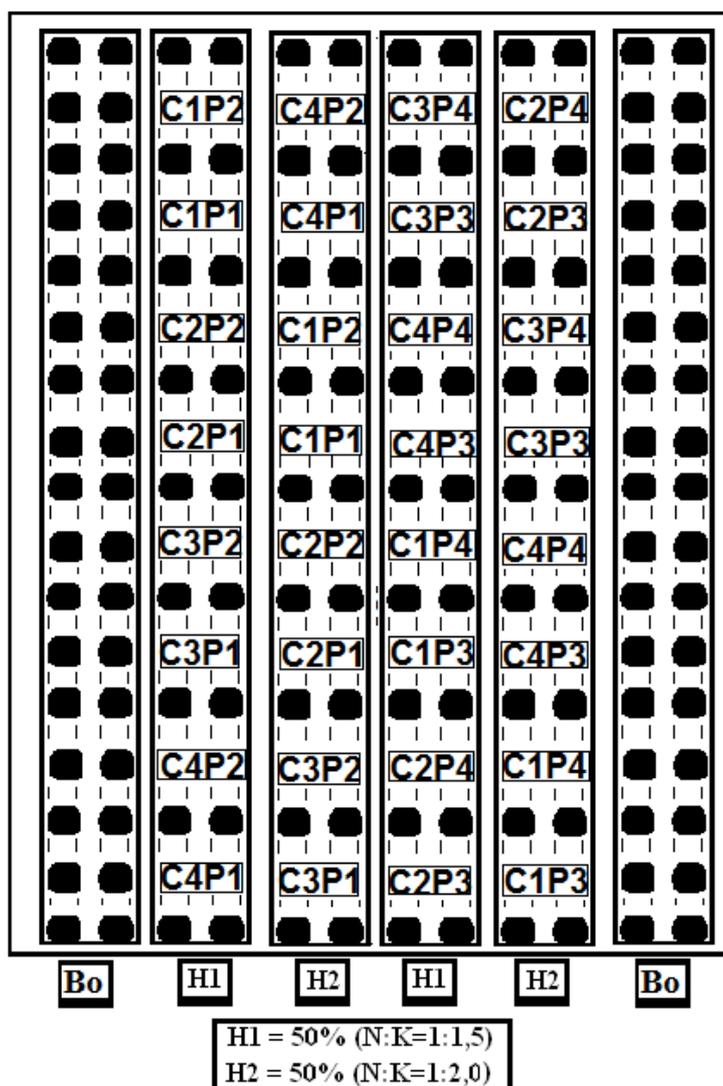


Figura 16. Disposição das parcelas experimentais no cultivo hidropônico.

Utilizou-se a solução de Hoagland modificada para o micronutriente boro. Para a adubação com micronutrientes foi utilizado um estoque a partir da solução de Hoagland & Arnon (1950), com as doses, em mg L⁻¹, de 1,92 de sulfato de manganês; 0,23 de sulfato de zinco; 5,88 de ácido bórico; 0,15 de sulfato de cobre; 0,03 de molibdato de sódio e 10,50 de FeEDDHA (6 %).

O parâmetro de controle para o preparo da solução nutritiva para o sistema hidropônico foi a condutividade elétrica (CE) em mS cm^{-1} . O medidor utilizado foi da marca UNITY 3405[®], com sensibilidade de uma casa decimal. Para o controle do pH, utilizou-se o aparelho UNITY 1201, com eletrodo de vidro combinado da marca Micronal[®]. A temperatura da solução foi monitorada diariamente com termômetro de bulbo de mercúrio e conjuntamente com as leituras de pH e CE nos horários de 9:00 h e 15:00 h. As soluções foram renovadas quinzenalmente. As correções do pH foram realizadas, sempre quando necessárias, com soluções de KOH a $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ e H_2SO_4 a $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ para manter o pH em $6,0 \pm 0,5$. Para a manutenção da condutividade elétrica adequada, utilizou-se o procedimento descrito por Furlani et al. (1999). A reposição dos sais foi realizada de acordo com a leitura diária da CE. Os valores de condutividades elétricas (CE) e de pH foram de $1,37 \pm 0,24$ e $6,08 \pm 0,47$; $1,41 \pm 0,39$ e $6,05 \pm 0,55$ para os tratamentos com 50 % de concentração iônica e razão N:K de 1:1,5 e 50 % de concentração iônica e razão N:K de 1:2,0, respectivamente. Destaca-se que as médias de temperatura das soluções nutritivas foram de $24 \pm 1,6$ °C para todos os tratamentos.

21.3. Sistema Fertirrigado

O sistema de fertirrigação utilizado foi o mesmo dos experimentos anteriores, aos quais continham tubulações de polipropileno de 16 mm, registros tipo gaveta, válvulas de regulação de pressão, gotejadores tipo espaguete (acoplados à tubulação) e vasos de 8 L contendo substrato de fibra de coco. A análise química da fibra utilizada para a germinação indicou valores de pH de 5,7; condutividade elétrica de $1,2 \text{ mS cm}^{-1}$ determinados a partir da análise de uma alíquota do extrato obtido da relação entre 1:1,5 entre o substrato e água; macronutrientes (em mmol L^{-1}) 0,5 de NH_4 ; 0,9 de NO_3 ; 7 de K; 1,0 de Cl; 0,7 de Na; 3,4 de SO_4 ; 0,6 de Ca; $\text{HCO}_3 < 0,1$; 0,6 de Mg; 2,11 de P; micronutrientes (em $\mu\text{mol L}^{-1}$) 1 de Fe; 1,3 de B; 1,9 de Mn; Cu $< 0,1$ e 0,7 de Zn segundo Ende (1989).

O tutoramento das plantas foi através de fios de polietileno ou rafia. Todo o sistema foi sustentado por fios de arame ovalado com 12 mm de espessura, amarrados longitudinalmente no interior da casa-de-vegetação.

Para a injeção de água e nutrientes, foi utilizada uma bomba, gotejadores e reguladores de vazão 4 L h^{-1} com pressão de 1 bar. Foram realizadas medições semanais da uniformidade da irrigação por vaso por amostragem em 20% dos gotejadores, medindo-se a vazão com proveta. Com a utilização de um tensiômetro, foi mantido os valores de potenciais hídricos entre -0,03 e -0,01 MPa. De modo geral, foram realizadas entre duas a três irrigações por dia no estágio vegetativo e seis a dez irrigações por dia no estágio reprodutivo, dependendo das condições ambientais. Por irrigação foi aplicado cerca de 0,2 L por planta.

O arranjo das plantas no sistema de cultivo foi em fileiras duplas, com o espaçamento de 0,6 m entre fileiras; o espaçamento entre plantas foi de 0,5 m e 1,0 m nas ruas com um total de 12 linhas de cultivo de 10 m de comprimento. No experimento foram disponibilizadas 4 parcelas experimentais por tratamento, sendo que cada parcela experimental continha 4 plantas. Foram testadas duas doses K (300 e 400 kg K ha^{-1}) e 200 kg N ha^{-1} . Para a conversão da dose de adubo de kg ha^{-1} para g vaso^{-1} , determinou-se a quantidade de plantas por hectare no espaçamento utilizado no experimento e realizado o cálculo da exigência destes nutrientes por planta. Foram utilizadas bordaduras externas, de cada lado do experimento, e as parcelas foram separadas por bordaduras internas (Figura 17). A adubação foi fornecida a cada três dias, usando-se o cabeçal de fertirrigação, de acordo com López (2005). As doses aplicadas seguiram os valores estabelecidos na tabela 36.

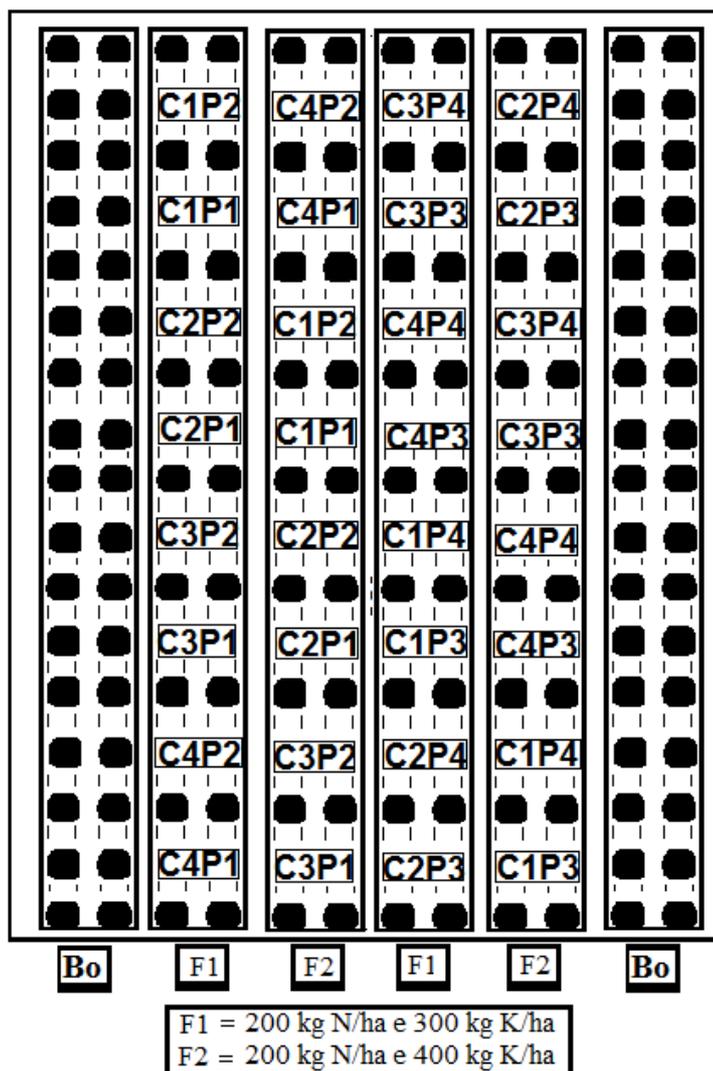


Figura 17. Disposição das parcelas experimentais na área de cultivo fertirrigado.

Tabela 36. Doses de nutrientes semanais, aplicadas por tratamento, para o tomateiro em sistema fertirrigado.

Tratamento	Fase	Semana	g/semana (40 vasos)							
			Ca(NO ₃) ₂	KNO ₃	MgSO ₄	MAP	MKP	KCl	NH ₄ NO ₃	CaCl ₂
N:K 200:300	1	5	90,4	90,4	116,0	14,4	13,2	93,3	90,9	293,3
	2	6	192,0	471,7	241,1	54,0	0,0	0,0	62,4	0,0
	3	6	192,0	183,7	145,1	32,3	0,0	65,9	38,4	0,0
N:K 200:400	1	5	90,4	90,4	116,0	14,4	13,2	157,3	90,9	293,3
	2	6	192,0	471,7	241,1	54,0	0,0	116,4	62,4	0,0
	3	6	192,0	183,7	145,1	32,3	0,0	274,8	148,3	0,0

A aplicação das doses de adubos seguiu uma distribuição percentual recomendada para fertirrigação do tomateiro por Alvarenga et al. (2004). O cálculo da dose por fase de cultivo foi através do total de adubo necessário para o ciclo do tomateiro, por tratamento, e a necessidade percentual para cada fase de cultivo (Tabela 37). Para a fase 1 foram realizadas cinco adubações, correspondentes às cinco semanas; para as fases dois e três foram realizadas seis adubações.

Tabela 37. Distribuição de macronutrientes em função do estágio de desenvolvimento do tomateiro.

Fase de cultivo	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	S (%)
1 ^a a 5 ^a semana	20	20	20	50	20	20
6 ^a a 11 ^a semana	50	50	50	25	50	50
12 ^a a 17 ^a semana	30	30	30	25	30	30
TOTAL	100	100	100	100	100	100

Fonte: Adaptado de Alvarenga et al. (2004).

Utilizou-se a solução de Hoagland modificada para o micronutriente boro. Para a adubação com micronutrientes foi utilizado um estoque a partir da solução de Hoagland & Arnon (1950), com as doses, em mg L⁻¹, de 1,92 de sulfato de manganês; 0,23 de sulfato de zinco; 5,88 de ácido bórico; 0,15 de sulfato de cobre; 0,03 de molibdato de sódio e 10,50 de FeEDDHA (6 %).

21.4. Manejo Agrônômico

Em ambos os sistemas de cultivo foram feitas podas semanais dos brotos axilares e condução das plantas em uma haste. As plantas foram conduzidas até o sétimo cacho, e logo após foi realizada a poda do meristema apical (capação). Foi estabelecido um monitoramento para posterior controle quanto ao ataque de pragas e doenças em ambos os sistemas de cultivo.

Foi realizado o controle de pragas e doenças de acordo com adaptações feitas a partir do manejo integrado de pragas e doenças recomendado por Feitosa & Cruz (2003). Foram identificadas, monitoradas e controladas as seguintes pragas: mosca minadora das folhas (*Liriomyza huidobrensis*), pela aplicação de buprofezin e triazophos + deltamethrine; mosca branca (*Bemisia* sp.) com aplicação de imidacproprid e buprofezin; e broca pequena (*Neoleucinodes elegantalis*) com a aplicação de cloridrato.

As doenças que atacaram o cultivo foram: septoriose (*Septoria lycopersici*) com a aplicação de oxicloreto de cobre e Oídio (*Oidium lycopersici* Cooke & Masee) com a aplicação de enxofre elementar (Lopes & Ávila, 2005).

21.5. Determinações Experimentais

Durante a condução dos experimentos, foram efetuadas leituras diárias, nos horários de 9:00 h e 15:00 h, de umidade relativa e temperatura máxima e mínima, na casa-de-vegetação. Foram utilizados termohigrômetros de leitura direta e termômetros de máxima e mínima para avaliação diária destas variáveis. A temperatura e a umidade foram registradas diariamente nos horários de 9:00 h e 15:00 h, e durante o período experimental os valores médios foram de 65% de umidade relativa, 28,3 °C de temperatura média, 23,1 °C de temperatura mínima e 33,0 °C de temperatura máxima.

No sistema hidropônico, assim como no sistema fertirrigado, foram coletadas 4 plantas por parcela, num total de 4 parcelas por tratamento aos 153 dias após plantio (DAP) para o sistema hidropônico e aos 148 DAP para o sistema fertirrigado. Em cada coleta, as plantas foram avaliadas individualmente a partir das repetições dentro das parcelas. Foram determinados a altura das plantas e o diâmetro do caule. As plantas foram cortadas rente ao solo e sua parte aérea separada em folhas (pecíolo e haste), caule e cachos. Cada parte da planta foi acondicionada em saco de papel, seca em estufa de circulação de ar a 70 °C e

pesada para a determinação da massa seca de folhas, caule e cachos. Após pesagem, o material de cada porção vegetal foi triturado.

Para avaliação da produção e qualidade de frutos produzidos nestes sistemas, estes foram colhidos no ponto de colheita agrônomo, ou seja, com coloração rósea (Alvarenga & Souza, 2004). A colheita de frutos transcorreu entre os 118 e 153 dias após semeadura no sistema hidropônico e entre 113 e 148 dias no sistema fertirrigado. Foram avaliados o número de frutos comerciais e não comerciais, o diâmetro de frutos comerciais e não comerciais, a produção de frutos comerciais e não comerciais, o conteúdo de N e K nos frutos, assim como o percentual de sólidos solúveis totais, o pH da polpa e a acidez titulável. Os frutos foram classificados em frutos comerciais e não comerciais tomando-se como base o diâmetro transversal, de acordo com Alvarenga & Souza (2004) e na presença de fatores bióticos e abióticos nos frutos. Foi então obtida produção comercial e não comercial, somando-se a produção de frutos de cada parcela experimental.

Para avaliação do conteúdo de nutrientes foi realizada a amostragem de frutos colhidos no segundo e terceiro cacho e, a partir da massa seca destes frutos foram determinados os teores de N e K. Foram obtidos os teores de N pelo método semi-micro Kjeldahl a partir de digestão sulfúrica e os teores de K a partir de digestão nítrico-perclórica, sendo o K por fotometria de chama com metodologia descrita por Tedesco et al. (1995). Os conteúdos de nutrientes foram obtidos pelo produto entre o teor e a massa seca.

Além disso, em frutos pertencentes ao segundo e terceiro cacho, foram determinados os teores de sólidos solúveis totais (em °Brix) de acordo com as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985), o pH da polpa com o uso de potenciômetro, a acidez titulável através de titulometria ácido base segundo Jackix (1988).

21.6. Análises Estatísticas

Foi efetuada a análise de variância em um esquema fatorial, avaliando-se o efeito de cultivar, doses de K para o sistema fertirrigado e relações N:K para o sistema hidropônico e suas interações, sendo as médias comparadas pelo teste de Duncan a 5%. Para alguns caracteres mensurados, foi efetuada uma análise de variância conjunta dos dois experimentos, considerando um fatorial triplo entre experimento, cultivar e dose de K.

Para ambos os sistemas de cultivo o delineamento foi o fatorial 2 x 4, em um arranjo completamente casualizado com quatro repetições. Em cada tratamento foram conduzidas quatro cultivares comerciais, sendo a unidade experimental constituída por quatro plantas por parcela totalizando dezesseis plantas por cultivar em cada tratamento.

22. RESULTADOS E DISCUSSÃO

22.1. Sistema Hidropônico

As diferentes doses de K não modificaram a altura das plantas de tomateiro no cultivo hidropônico, mas a maior razão N:K aumentou a massa de folhas e cachos, sendo este aumento significativo para as cultivares Cereja 261 e San Marzano (Tabela 38). A cultivar Cereja 261 apresentou maior massa de caule e a cultivar San Marzano maior altura quando comparadas às demais cultivares. Foram observados maiores diâmetros de caule para as cultivares Cereja Chipano e Santa Clara. A cultivar Santa Clara apresentou menor massa seca de fruto por planta (Tabela 38).

Tabela 38. Caracteres associados ao crescimento de quatro genótipos de tomateiro, crescidos sob duas razões N:K (1:1,5 e 1:2) na solução, em sistema de cultivo hidropônico, ao final do ciclo, de julho a novembro de 2007 em Seropédica, RJ.

Cultivar	Razão	Razão	Média	Razão	Razão	Média
	1:1,5	1:2		1:1,5	1:2	
	Altura da planta (cm)			Diâmetro do caule (mm)		
Cereja 261	160	168	164 b	15,8	15,2	15,5 a
Cereja Chipano	149	154	151 b	16,5	13,4*	14,9 ab
San Marzano	186	191	188 a	14,2	13,7	13,9 b
Santa Clara	171	157	164 b	17,6	14,8*	16,2 a
Média	166	167		16,0	14,3*	
	Massa de folhas (g planta ⁻¹)			Massa de caule (g planta ⁻¹)		
Cereja 261	79	120*	99 a	53	66	59 a
Cereja Chipano	52	66	59 b	43	48	46 b
San Marzano	68	111*	89 a	37	44	41 b
Santa Clara	71	69	70 b	40	33	36 b
Média	67	91*		43	48	
	Massa de cachos (g planta ⁻¹)			Massa de frutos (g planta ⁻¹)		
Cereja 261	14	22*	18 a	125	162	143 a
Cereja Chipano	13	17	15 ab	137	119	128 a
San Marzano	10	15*	13 b	120	159	139 a
Santa Clara	11	13	12 b	100	96	98 b
Média	12	16*		120	134	

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Duncan a 5%. Ausência de letra indica diferença não significativa entre tratamentos ou genótipos.

Não houve efeito significativo das doses de K na produção de frutos comerciais no cultivo hidropônico, apesar do aumento de 6,5% na produção na maior razão N:K (Tabela 38). Na maior razão N:K houve aumento de 62% na produção de frutos não comerciais. As cultivares San Marzano e Santa Clara apresentaram maior produção de frutos comerciais, com frutos de maior peso e diâmetro médio (Tabela 39).

Na maior razão N:K houve aumento no peso de frutos e no diâmetro médio dos frutos comerciais, sendo este efeito significativo para a cultivar San Marzano (Tabelas 38 e 39). As cultivares San Marzano e Santa Clara apresentaram maior produção de frutos comerciais. Já a cultivar Cereja 261, assim como a San Marzano, apresentam a maior produção de frutos não comerciais (Tabela 39). Tamiso (2005), ao trabalhar com a cultivar San Marzano em cultivo

protegido, observou valores maiores de número de frutos totais e comerciais de 53,4 e 23,2, frutos por planta, respectivamente. Já a massa unitária dos frutos observada por este mesmo autor foi inferior aos valores aos obtidos neste trabalho. Por outro lado, produção total e comercial de 3086 e 1771,2 g planta⁻¹ obtidas por Tamiso (2005), respectivamente, foram maiores que as observadas para a cultivar San Marzano em sistema hidropônico de cultivo (Tabela 39).

As diferentes doses de K não afetaram o teor de sólidos solúveis totais nos frutos, sendo que a cultivar San Marzano apresentou o menor percentual de sólidos solúveis totais (Tabela 40). As doses de K não modificaram o pH e a acidez titulável dos frutos, verificando-se uma menor acidez nos frutos da cultivar Santa Clara que nos demais, sem diferenças entre cultivares na acidez titulável (Tabela 40). Cardoso et al. (2006), ao avaliarem a qualidade de frutos da cultivar Santa Clara, encontraram valores inferiores de sólidos solúveis totais, porém os valores de acidez titulável e pH foram próximos ao verificados neste trabalho. Já Feltrin et al. (2005), ao analisarem a qualidade de frutos da cultivar Sweet Million, encontraram valores de acidez titulável superiores e valores de sólidos solúveis totais e pH inferiores aos encontrados nas cultivares do tipo cereja pesquisadas neste trabalho.

Tabela 39. Caracteres associados à produção de frutos de quatro genótipos de tomateiro, crescidos sob duas razões N:K (1:1,5 e 1:2) na solução, em sistema de cultivo hidropônico, de julho a novembro de 2007 em Seropédica, RJ.

Cultivar	Razão 1:1,5	Razão 1:2	Média	Razão 1:1,5	Razão 1:2	Média
	Número de frutos comerciais (planta ⁻¹)			Número de frutos não comerciais (planta ⁻¹)		
Cereja 261	45	51	48 b	9	10	9 a
Cereja Chipano	131	100	116 a	7	8	7 ab
San Marzano	23	24	24 c	2	5	4 bc
Santa Clara	33	30	31 bc	1	1	1 c
Média	58	51		5	6	
	Produção de frutos comerciais (g planta ⁻¹)			Produção de frutos não comerciais (g planta ⁻¹)		
Cereja 261	1559	1796	1677 b	331	377	354 a
Cereja Chipano	1966	1543	1754 b	138	147	143 b
San Marzano	2761	3596	3178 a	207	517	362 a
Santa Clara	3352	3327	3339 a	35	110	73 b
Média	2409	2565		178	288*	
	Peso médio de frutos comerciais (g fruto ⁻¹)			Peso médio de frutos não comerciais (g fruto ⁻¹)		
Cereja 261	35	33	34 c	38	40	39 bc
Cereja Chipano	15	16	16 d	16	10	13 c
San Marzano	114	172*	143 a	74	72	73 a
Santa Clara	107	120	113 b	35	82	58 b
Média	68	85*		41	51	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Duncan a 5%.

* Diferença significativa entre razões N:K pelo teste de Duncan a 5%. Ausência de letra indica diferença não significativa entre tratamentos ou genótipos.

Pode-se constatar que a maior dose de K não modificou a concentração de N na massa seca dos frutos, mas reduziu a concentração de K nos frutos do híbrido Cereja Chipano e da cultivar San Marzano. Por outro lado, observou-se maior teor de N nos frutos da cultivar Santa Clara e maiores teores de K nos frutos de San Marzano e Santa Clara (Tabela 40).

Tabela 40. Caracteres associados à qualidade de frutos de quatro genótipos de tomateiro, crescidos sob duas razões N:K (1:1,5 e 1:2) na solução, em sistema de cultivo hidropônico, de julho a novembro de 2007 em Seropédica, RJ.

Cultivar	Razão 1:1,5	Razão 1:2	Média	Razão 1:1,5	Razão 1:2	Média
	Diâmetro médio de frutos comerciais (mm)			Diâmetro médio de frutos não comerciais (mm)		
Cereja 261	40	39	40 c	41	42	42 a
Cereja Chipano	29	31	30 d	27	15	21 b
San Marzano	53	57*	55 b	36	34	35 ab
Santa Clara	56	58	57 a	19	37	28 ab
Média	45	46*		31	32	
	Sólidos solúveis totais (°Brix)			pH no fruto		
Cereja 261	6,0	6,3	6,1 a	4,2	4,2	4,2 b
Cereja Chipano	5,8	6,2	6,0 a	4,2	4,1	4,1 b
San Marzano	4,7	4,7	4,7 b	4,3	4,2	4,2 b
Santa Clara	5,5	5,7	5,6 a	4,2	4,5	4,4 a
Média	5,5	5,7		4,2	4,3	
	Acidez titulável (%)			Teor de N no fruto (g kg ⁻¹)		
Cereja 261	32	37	34	24,9	23,4	24,1 ab
Cereja Chipano	33	35	34	20,7	20,8	20,7 b
San Marzano	33	34	34	21,3	22,7	22,0 b
Santa Clara	31	30	31	27,1	26,9	27,0 a
Média	32	34		23,5	23,4	
	Teor de K no fruto (g kg ⁻¹)			Razão K:N no fruto (g g ⁻¹)		
Cereja 261	45,5	40,5	43,0 b	1,84	1,74	1,79
Cereja Chipano	37,9	34,4	36,1 c	1,84	1,66	1,75
San Marzano	49,9	45,8	47,8 a	2,54	2,04	2,29
Santa Clara	49,1	46,3	47,7 a	1,81	1,85	1,83
Média	45,6	41,7*		2,01	1,82	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Duncan a 5%.

* Diferença significativa entre razões N:K pelo teste de Duncan a 5%.

Ausência de letra indica diferença não significativa entre tratamentos ou genótipos.

22.2. Sistema Fertirrigado

A maior dose de K estimulou o crescimento vegetativo das plantas de tomateiro no experimento fertirrigado, com aumentos na massa seca de folha e caule e diâmetro de caule (Tabela 41). A maior dose de K aumentou o diâmetro de caule no híbrido Cereja Chipano e na cultivar Santa Clara; as maiores massas de folhas foram observadas nas cultivares San Marzano e Santa Clara quando crescidas na dose de 400 kg K ha⁻¹. Já as cultivares Chipano e San Marzano quando crescidas na maior dose de K, apresentaram maiores massas de caule (Tabela 41). Dentre as cultivares, a cultivar San Marzano apresentou plantas de maior altura, enquanto a cultivar Cereja 261 a maior massa seca e diâmetro de caule, enquanto as cultivares

Cereja 261 e San Marzano apresentaram maior massa seca de folhas. Já para a massa seca de cachos, sobressaíram-se as plantas do grupo cereja sobre as demais cultivares estudadas. A cultivar Santa Clara apresentou menor massa seca de frutos (Tabela 41).

Tabela 41. Caracteres associados ao crescimento de quatro genótipos de tomateiro, crescidos sob duas razões N:K (200:300 e 200:400, em kg ha⁻¹) aplicadas ao substrato, em sistema de cultivo fertirrigado, ao final do ciclo, de julho a novembro de 2007 em Seropédica, RJ.

Cultivar	Razão 200:300	Razão 200:400	Média	Razão 200:300	Razão 200:400	Média
	Altura da planta (cm)			Diâmetro do caule (mm)		
Cereja 261	172	170	171 b	15,1	14,7	14,9 a
Cereja Chipano	184	161	172 b	12,4	14,4*	13,4 b
San Marzano	184	193	189 a	12,3	13,4	12,8 b
Santa Clara	161	171	166 b	12,5	15,0*	13,7 b
Média	175	174		13,1	14,3*	
	Massa de folhas (g planta ⁻¹)			Massa de caule (g planta ⁻¹)		
Cereja 261	44	54	49 a	43	45	44 a
Cereja Chipano	34	41	37 b	29	37*	33 b
San Marzano	37	51*	44 ab	27	37*	32 b
Santa Clara	31	43*	37 b	24	30	27 c
Média	36	47*		31	37*	
	Massa de cachos (g planta ⁻¹)			Massa de frutos (g planta ⁻¹)		
Cereja 261	13	13	13 a	120	98	109 a
Cereja Chipano	12	14	13 a	104	120	112 a
San Marzano	8	11	9 b	126	153	140 a
Santa Clara	8	10	9 b	79	79	79 b
Média	10	12		107	112	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Duncan a 5%.

* Diferença significativa entre razões N:K pelo teste de Duncan a 5%.

Ausência de letra indica diferença não significativa entre tratamentos ou genótipos.

A maior dose de K aumentou o número de frutos comerciais na cultivar Cereja 261 e no híbrido Cereja Chipano e, dentre os grupos estudados, o híbrido Cereja Chipano se destacou quanto ao maior número de frutos comerciais. Por outro lado, verificou-se que as diferentes doses de K não modificaram as demais variáveis produtivas avaliadas neste trabalho, assim como a qualidade dos frutos de tomateiro no sistema fertirrigado (Tabela 42). As cultivares San Marzano e Santa Clara tiveram maior produção de frutos comerciais, e a cultivar San Marzano apresentou frutos com peso médio superior (Tabela 42). Azevedo (2006), ao trabalhar com plantas do grupo cereja em diferentes espaçamentos, obteve valores de números de frutos por planta próximos aos encontrados neste trabalho para o híbrido Chipano.

Tabela 42. Caracteres associados à produção de frutos de quatro genótipos de tomateiro, crescidos sob duas razões N:K (200:300 e 200:400, em kg ha⁻¹) aplicadas ao substrato, em sistema de cultivo fertirrigado, de julho a novembro de 2007 em Seropédica, RJ.

Cultivar	Razão 200:300	Razão 200:400	Média	Razão 200:300	Razão 200:400	Média
	Número de frutos comerciais (planta ⁻¹)			Número de frutos não comerciais (planta ⁻¹)		
Cereja 261	58	37*	47 b	7	8	7
Cereja Chipano	85	100*	93 a	14	13	14
San Marzano	16	19	17 c	5	9	7
Santa Clara	25	15	20 c	3	12	8
Média	46	43*		7	10	
	Produção de frutos comerciais (g planta ⁻¹)			Produção de frutos não comerciais (g planta ⁻¹)		
Cereja 261	1712	1288	1500 b	261	213	237
Cereja Chipano	1457	1697	1577 b	293	254	273
San Marzano	2108	2415	2262 a	455	745	600
Santa Clara	2315	1755	2035 ab	235	644	439
Média	1898	1789		311	464	
	Peso médio de frutos comerciais (g fruto ⁻¹)			Peso médio de frutos não comerciais (g fruto ⁻¹)		
Cereja 261	31	34	33 c	36	27	32 c
Cereja Chipano	17	18	18 c	23	14	18 c
San Marzano	137	136	137 a	94	83	88 a
Santa Clara	97	108	102 b	64	68	66 b
Média	71	74		54	48	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Duncan a 5%.

* Diferença significativa entre razões N:K pelo teste de Duncan a 5%.

Ausência de letra indica diferença não significativa entre tratamentos ou genótipos.

Ao se comparar as cultivares quanto à qualidade de frutos, pode-se verificar que os frutos das cultivares San Marzano e Santa Clara apresentaram maiores diâmetros. Já o híbrido Chipano apresentou o maior teor de sólidos solúveis totais (Tabela 43). As doses de K não modificaram a acidez titulável e o pH dos frutos, observando-se uma menor acidez nos frutos das cultivares San Marzano e Santa Clara que da cultivar Cereja 261 e do híbrido Cereja Chipano (Tabela 43). A maior dose de K não modificou a concentração de K na massa seca dos frutos, mas reduziu a concentração de N nos frutos, observando-se maior teor de N nos frutos das cultivares Santa Clara e Cereja 261 e maior teor de K nos frutos de Santa Clara (Tabela 43). Maiores razões K:N foram encontrada nos frutos das cultivares San Marzano e Santa Clara, o maior pH foi verificado nos frutos da cultivar Santa Clara.

Tabela 43. Caracteres associados à qualidade de frutos de quatro genótipos de tomateiro, crescidos sob duas razões N:K (200:300 e 200:400, em kg ha⁻¹) aplicadas ao substrato, em sistema de cultivo fertirrigado, de julho a novembro de 2007 em Seropédica, RJ.

Cultivar	Razão 200:300	Razão 200:400	Média	Razão 200:300	Razão 200:400	Média
	Diâmetro médio de frutos comerciais (mm)			Diâmetro médio de frutos não comerciais (mm)		
Cereja 261	38	38	38 b	40	32	36 bc
Cereja Chipano	31	30	30 c	28	22	25 c
San Marzano	56	53	54 a	51	48	50 a
Santa Clara	53	51	52 a	37	48	43 ab
Média	44	43		39	38	
	Sólidos solúveis totais (°Brix)			pH no fruto		
Cereja 261	5,6	5,5	5,6 b	4,1	4,0	4,1 b
Cereja Chipano	6,1	5,9	6,0 a	4,1	4,1	4,1 b
San Marzano	3,9	4,3	4,1 c	4,2	4,4	4,3 b
Santa Clara	4,1	3,5	3,8 c	4,5	4,4	4,5 a
Média	4,9	4,8		4,2	4,2	
	Acidez titulável (%)			Teor de N no fruto (g kg ⁻¹)		
Cereja 261	0,39	0,35	0,37 a	17,3	16,9	17,1 a
Cereja Chipano	0,37	0,42	0,39 a	15,2	16,1	15,7 ab
San Marzano	0,32	0,30	0,31 b	15,5	12,7	14,1 b
Santa Clara	0,31	0,34	0,32 b	17,5	14,8	16,2 a
Média	0,35	0,35		16,4	15,1*	
	Teor de K no fruto (g kg ⁻¹)			Razão K:N no fruto (g g ⁻¹)		
Cereja 261	40,2	37,1	38,6 b	2,35	2,20	2,28 c
Cereja Chipano	34,0	39,5	36,8 b	2,26	2,48	2,37 bc
San Marzano	38,3	36,1	37,2 b	2,47	2,84	2,65 ab
Santa Clara	45,4	43,0	44,2 a	2,61	2,92	2,76 a
Média	39,5	38,9		2,42	2,61	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Duncan a 5%.

* Diferença significativa entre razões N:K pelo teste de Duncan a 5%.

Ausência de letra indica diferença não significativa entre tratamentos ou genótipos.

Feltrin et al. (2005), avaliando cultivares do grupo salada (Rocio e Densus) obtiveram valores próximos de pH aos observados neste trabalho para a cultivar Santa Clara. Entretanto estes mesmos autores observaram valores de pH e acidez titulável da cultivar do grupo cereja Sweet Million que diferem dos verificados nas plantas conduzidas neste sistema. Os diâmetros transversais obtidos neste trabalho para a cultivar Santa Clara aproximam-se dos verificados por Cardoso et al. (2006).

22.3. Análise Conjunta dos Sistemas

A análise estatística conjunta dos sistemas indicou interações significativas entre experimentos e cultivares para alguns caracteres avaliados, demonstrando um comportamento diferencial das cultivares em cada sistema de cultivo. A produção de frutos comerciais foi inferior no sistema fertirrigado, sendo esta redução significativa para as cultivares San

Marzano e Santa Clara, da ordem de 41 e 64%, respectivamente (Figura 18). Já o híbrido Cereja Chipano e a cultivar Cereja 261 não apresentaram diferenças significativas na produção de frutos entre os dois experimentos (Figura 18), indicando que as cultivares com frutos tipo cereja mantiveram níveis de rendimento similares nos diferentes sistemas de cultivo. No experimento fertirrigado ocorreu também uma redução no teor de sólidos totais nos frutos, em comparação ao experimento hidropônico, para todos os genótipos exceto o híbrido Cereja Chipano (Figura 18). Cabe ainda destacar a redução nos teores de N e K nos frutos no experimento fertirrigado em comparação ao hidropônico (Tabelas 40 e 43).

Considerando a densidade de plantio na casa de vegetação nos dois experimentos, da ordem de 2,55 plantas por m², a produção média de frutos totais atingiu 4,9 e 4,2 kg m⁻² para a cultivar Cereja 261, e 4,6 e 4,4 kg m⁻² para o híbrido Cereja Chipano, nos experimentos hidropônico e fertirrigado, respectivamente, na média das duas doses de K aplicado (Tabelas 39 e 42). Gusmão et al. (2006) obtiveram produções totais de frutos entre 6 e 8 kg m⁻² em quatro cultivares de tomate cereja, em ambiente protegido e diferentes tipos de substrato sob densidade de 4 plantas por m², valores um pouco superiores aos obtidos no presente trabalho (Tabelas 39 e 42). Já Feltrin et al. (2005), trabalhando em casa de vegetação com fertirrigação em substrato, obtiveram produção de frutos de 3,8 kg por planta para a cultivar Sweet Million, produtividade um pouco superior à observada nas cultivares do tipo cereja no presente trabalho.

Para a cultivar San Marzano, a produção de frutos totais atingiu 8,5 e 6,9 kg m⁻², e a produção de frutos comerciais 7,6 e 5,4 kg m⁻², nos experimentos hidropônico e fertirrigado, respectivamente, na média das duas doses de K (Tabelas 39 e 42). Os valores obtidos de produtividade total e comercial em sistema hidropônico para a cultivar San Marzano, foram de 85,0 e 76,0 Mg ha⁻¹, respectivamente. Já para o sistema fertirrigado, a produtividade total e comercial da cultivar San Marzano foi de 69,0 e 54 Mg ha⁻¹, respectivamente. Machado et al. (2007), trabalhando a campo sob irrigação por gotejamento, obtiveram produtividades de frutos totais de 75,0 e 84,0 Mg ha⁻¹, e de frutos comerciais de 64,0 e 69,0 Mg ha⁻¹, para os híbridos Heinz 9780 e Kátia (ambos do tipo italiano), respectivamente, ou seja, similares às produtividades observadas no sistema hidropônico (Tabela 39). Para a cultivar Santa Clara, a produção média de frutos totais foi 8,2 e 5,9 kg m⁻², e a produção de frutos comerciais 8,0 e 4,9 kg m⁻², nos experimentos hidropônico e fertirrigado, respectivamente (Tabelas 39 e 42). Caliman et al. (2005) verificaram para a cultivar Santa Clara, em sistema protegido sob gotejamento, produções total e comercial de 84,0 e 60,0 Mg ha⁻¹, respectivamente. Portanto, no presente trabalho o sistema hidropônico propiciou rendimentos totais de frutos da cultivar Santa Clara similares aos obtidos por Caliman et al. (2005), mas com maior rendimento de frutos comerciais.

Os valores de sólidos solúveis totais mensurados nos frutos das cultivares do tipo cereja, da ordem de 5,6-6,1 °Brix (Tabelas 40 e 43) foram ligeiramente superiores aos valores de 5,3 registrados por Feltrin et al. (2005) na cultivar Swett Million (tipo cereja). Os teores de sólidos solúveis no híbrido San Marzano, de 4,7 no experimento hidropônico e 4,1 no fertirrigado (Tabelas 40 e 43), estão dentro da amplitude de 3,9-5,0 °Brix relatada por Carvalho et al. (2005) em quatro híbridos de tomate cultivados em ambiente protegido em substrato fertirrigado. Já os frutos da cultivar Santa Clara apresentaram 5,6 °Brix sob hidroponia, similares aos valores entre 5,0 e 5,4 observados por Feltrin et al. (2005) em duas cultivares do tipo salada. Filgueira (2000) relata que valores entre 4,0 e 6,0 °Brix são geralmente encontrados em cultivares de tomateiro, mas que estes padrões podem sofrer variações em virtude do comportamento fisiológico da cultivar, do estágio de maturação do fruto, da estação do ano e de possíveis danos físicos e doenças do tomateiro. Frutos de tomateiro considerados adequados quanto ao uso para fins industriais devem apresentar valores de sólidos solúveis totais acima de 4,0 de acordo com Silva & Giordano (2000).

O sistema hidropônico propiciou rendimento e qualidade de frutos superiores ao sistema fertirrigado (Figura 18). Uma solução nutritiva hidropônica pode favorecer o rápido crescimento e desenvolvimento de plantas, pois as concentrações dos elementos são estabelecidas no nível mais adequado possível, com ampla disponibilidade e sem produzir sintomas de toxicidade (Taiz & Zeiger, 2004). Já no sistema fertirrigado, a disponibilidade dos nutrientes pode ser modificada pela capacidade de retenção de cátions do substrato, que pode diferir para cada elemento adicionado, modificando a disponibilidade e o balanço dos nutrientes fornecidos ao cultivo. Isto pode parcialmente explicar os efeitos mais acentuados da maior dose de K no sistema hidropônico do que no sistema fertirrigado, e os menores teores de N e K nos frutos no experimento fertirrigado em comparação ao hidropônico, observados no presente trabalho (Tabelas 39 e 42).

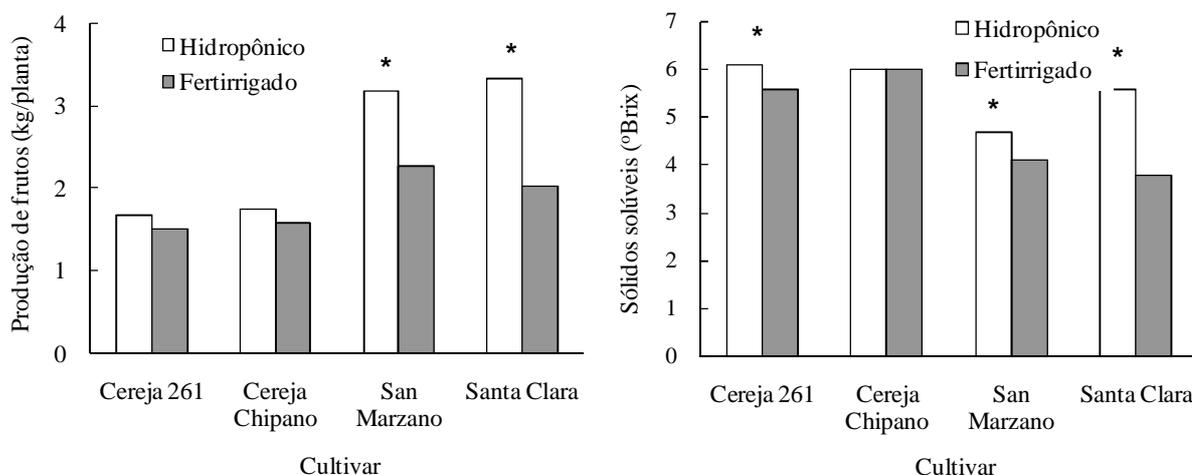


Figura 18. Produção de frutos comerciais e concentração de sólidos solúveis totais (°Brix) nos frutos, de quatro cultivares de tomateiro em cultivo hidropônico e cultivo fertirrigado (médias de duas doses de K); asteriscos indicam diferença significativa entre experimentos pelo teste de Duncan, $P < 0,05$.

A maior dose de K melhorou a qualidade dos frutos comerciais no sistema hidropônico, com aumentos no diâmetro e peso médio de frutos (Tabela 39). Entretanto, esta melhor qualidade de frutos sob maior disponibilidade de K foi associada a um menor teor de K nos frutos (Tabela 39), indicando que o K estaria atuando principalmente na translocação de assimilados e no estímulo à fotossíntese (como descrito por Taiz & Zeiger, 2004), sem um efeito direto do K no metabolismo do fruto em si.

23. CONCLUSÕES

A relação N:K de 1,2 aumentou a massa e o diâmetro de frutos comerciais da cultivar San Marzano em hidroponia, indicando que utilização de uma solução de Hoagland diluída a 50% com relação N:K de 1:2 propiciou, para esta cultivar, a obtenção de frutos de maior qualidade comercial.

A maior dose de K, em sistema fertirrigado, aumentou a massa de caule do híbrido Chipano e, a massa de folha e caule da cultivar San Marzano e a massa de folha da cultivar Santa Clara.

A maior dose de K, em sistema fertirrigado, propiciou maior número de frutos do tomateiro do grupo cereja, mas não modificou na qualidade de frutos das cultivares estudadas neste sistema.

O sistema hidropônico propiciou maiores produção e qualidade de frutos de tomateiros dos grupos italiano e salada, em comparação ao sistema fertirrigado. Já o rendimento das cultivares tipo cereja foi similar nos sistemas hidropônico e fertirrigado.

24. CONCLUSÕES GERAIS

As conclusões foram organizadas de forma temporal, para um melhor entendimento dos resultados obtidos neste trabalho.

Ano de 2005

A relação N:K de 1:1,5 e a concentração de 50 % da solução de Hoagland se mostrou eficiente para o cultivo do híbrido Saladinha em sistema hidropônico NFT por aumentar a acumulação de K, P e Mg na parte aérea. Doses de 600 kg K ha⁻¹, apesar de aumentarem os conteúdos de N, P e Ca da parte aérea, não melhoraram a produção de frutos, e favorecem a podridão apical e o lóculo aberto no híbrido Saladinha sob fertirrigação.

Ano de 2006

A dose de 300 kg K ha⁻¹ aumentou o crescimento e a acumulação de nutrientes do tomateiro nas fases vegetativas, assim como aumentou o diâmetro de frutos comerciais do híbrido Saladinha a campo. A relação N:K 1:2,0, aumentou o número de frutos comerciais do híbrido Saladinha sob hidroponia. A dose de 400 kg K ha⁻¹ aumentou as taxas de crescimento e de acumulação de nutrientes na parte aérea durante o ciclo de crescimento e, aumentou o número e a produção de frutos comerciais.

Ano de 2007

O cultivo do cultivar San Marzano em hidroponia com uma solução com relação N:K 1:2 a 50% de concentração iônica durante todo o ciclo aumentou a qualidade comercial de frutos. Já para o cultivo de tomateiro do grupo cereja sob fertirrigação, a dose de 400 kg K ha⁻¹ foi a mais adequada, por aumentar o número de frutos comerciais. Para a obtenção de frutos com maior qualidade comercial nos grupos Italiano e Salada o cultivo em sistema hidropônico demonstrou mais apropriado.

25. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, P. Nutrition of greenhouse vegetables in NFT and hydroponic systems. **Acta Horticulturae**, n. 361, p. 245-257, 1994.
- ADAMS, P. **Aspectos de la nutrición mineral en cultivos sin suelo em relación al suelo**. In: GAVILÁN, M. U. Tratado de cultivos sin suelo. Madrid, Spain: Ed. Mundi-Prensa, 2004. 913 p.
- AGRARIANUAL 2008. FNP. Consultoria e comércio. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo, 2007. 502 p.
- ALBERONI, R. B. **Hidroponia**: como instalar e manejar o plantio de hortaliças dispensando o uso do solo. São Paulo: Nobel, 1998. 102 p.
- ALPI, A.; TOGNONI, F. **Cultivo em invernadero**. Madrid, Spain: Ed. Mundi-Prensa, 1999. 347 p.
- ALVARENGA, M. A. R. Exigências climáticas. In: ALVARENGA, M. A. R. **Tomate**: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia. Lavras: Editora UFLA, p. 31-36, 2004.
- ALVARENGA, M. A. R. Origem, Botânica e Descrição da planta. In: ALVARENGA, M. A. R. **Tomate**: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia. Lavras: Editora UFLA, p. 13-24, 2004.
- ALVARENGA, M. A. R. Sistemas de produção em campo aberto e em ambiente protegido. In: ALVARENGA, M. A. R. **Tomate**: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia. Lavras: Editora UFLA, p. 159-190, 2004.
- ALVARENGA, M. A. R. Valor alimentício. In: ALVARENGA, M. A. R. **Tomate**: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia. Lavras: Editora UFLA, p. 25-30, 2004.
- ALVARENGA, M. A. R.; LIMA, L. A.; FAQUIN, V. Fertirrigação. In: ALVARENGA, M. A. R. **Tomate**: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia. Lavras: Editora UFLA, p. 121-158, 2004.
- ALVARENGA, M. A. R.; SOUZA, R. A. M. Comercialização, colheita, classificação e embalagens. In: ALVARENGA, M. A. R. **Tomate**: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia. Lavras: Editora UFLA, p. 367-393, 2004.
- ANDRIOLO, J. L. **Olericultura geral**. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2002. 158 p.
- ANDRIOLO, J. L. **Fisiologia das culturas protegidas**. Santa Maria: Ed. da UFSM, 1999. 142 p.
- ANDRIOLO, J. L.; DUARTE, T. S.; LUDKE, L.; SKREBSKY, E. C. Crescimento e desenvolvimento do tomateiro cultivado em substrato com fertirrigação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 15, n. 1, p. 28-32, 1997.
- ANDRIOLO, J. L.; ROSS, T. D.; WITTER, M. Crescimento, desenvolvimento e produtividade do tomateiro cultivado em substrato com três concentrações de nitrogênio na solução nutritiva. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, p. 1451-1457, 2004.
- ARAÚJO, A. P. Análise de variância dos dados primários na análise de crescimento vegetal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, p. 1-10, 2003.

- ARAÚJO, A.P. Eficiência vegetal de absorção e utilização de fósforo, com especial referência ao feijoeiro. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; SCHAEFER, C.E.G.R. (ed.). **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. v.1, p.163-212.
- AZEVEDO, V. F. **Produção orgânica de tomateiro tipo cereja**: comparação entre cultivares, espaçamentos e sistema de condução da cultura. 2006. 79 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)- UFRRJ, Seropédica, RJ, 2006.
- BENOIT, F. High-technology glasshouse vegetable growing in Belquim. **Soilless culture**, v. 3, p. 21-29, 1987.
- BERNARDO, S. **Manual de Irrigação**. 6^a ed. Viçosa: UFV, 1995. 675 p.
- BOARETTO, A. E.; BULL, L. T.; PIERI, J. C.; CHITOLINA, J. C.; SOARES, E. Fontes de potássio na cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill) estaqueado. **Revista Agrícola**, v. 58, n. 3, p. 205-216, 1989.
- BRANDELEIRO E.; PEIXOTO, C. P. M.; SANTOS, J. M. B.; MORAES, J. C. C.; PEIXOTO, M. F. S. P.; SILVA, V. Índices fisiológicos e rendimento de cultivares de soja no Recôncavo Baiano. **Magistra**, v. 14, p. 77-88, 2002.
- CALIMAN, F. R. B.; DA SILVA, D. J. H.; FONTES, P. C. R.; STRINGHETA, P. C.; MOREIRA, G. R. M; CARDOSO, A. A. Avaliação de genótipos de tomateiro cultivados em ambiente protegido e em campo nas condições edafoclimáticas de viçosa. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, p. 255-259, 2005.
- CANÇADO-JÚNIOR, F. L.; CAMARGO-FILHO, W. P.; ESTANISLAU, M. L. L.; PAIVA, B. M.; MAZZEI, A. R.; ALVES, H. S. Aspectos econômicos da produção e comercialização do tomate para mesa. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 24, n. 219, p. 7-18, 2003.
- CANTARELA, H. **Fertilidade do solo**. Editores Roberto Ferreira Novais [et al.]– Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 1017 p.
- CARDOSO, M. O.; QUEIROZ, M. A.; SOUZA, R. F. Incidência de podridão apical em cinco cultivares de tomateiro cultivados em solo com três níveis de cálcio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 13, n. 2, p. 172-175, 1995.
- CARDOSO, S. C.; SOARES, A. C. F.; BRITO, A. S. B.; CARVALHO, L. A.; PEIXOTO, C.C.; PEREIRA, M. E. C. P.; GOES, E. Qualidade de frutos de tomateiro com e sem enxertia. **Bragantia**, Campinas, v. 65, p. 269-274, 2006.
- CARVALHO, L. A.; NETO, J. T.; ARRUDA, M. C.; JACOMINO, A. P.; MELO, P. C. T. Caracterização físico-química de híbridos de tomate de crescimento indeterminado em função do espaçamento e do número de ramos por planta. **Revista Brasileira de Agrociências**, v. 11, n. 3, p. 295-298, 2005.
- CARVALHO, J. G.; BASTOS, A. R. R. B.; ALVARENGA, M. A. R.; SOUZA, R. A. M. Nutrição mineral e adubação. In: ALVARENGA, M. A. R. **Tomate**: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia. Lavras: Editora UFLA, p. 61-120, 2004.
- CARVALHO, V. D. Características químicas e industriais do tomate. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 6, n. 66, p. 63-68, 1980.
- CASTELLANE, P. D. Nutrição mineral da cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.). I. Efeitos dos nutrientes na qualidade de frutos. In: MULLER, J. J. V.; CASALI, V. W. D. Seminários de Olericultura. v.3. Viçosa: UFV, 1982. P. 113-157.
- CASTILLA, N. **Invernaderos de plástico**: tecnologia e manejo. Madrid, Spain: Ed. Mundi-Prensa, 2005. 462 p.
- CASTILLA, N. **Manejo del cultivo sin suelo**. In: Nuez, F. El cultivo del tomate: Madrid, Spain: Ed. Mundi-Prensa, 2001. 791 p.

- CASTRO, P. R. C.; FERREIRA, S. O.; YAMADA, T. **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato. 1987, 249 p.
- CASTRO, P. R. C.; KLUGE, A.; PERES, L. E. P. **Manual de fisiologia vegetal**. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres, 2005. 650 p.
- COMETTI, N. N. **Nutrição mineral da alface (*Lactuca sativa* L.) em cultura hidropônica-sistema NFT**. 2003. 128 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - UFRRJ, Seropédica, Rio de Janeiro, 2003.
- CONCEIÇÃO, F. A. D.; PINHO, S. Z. Ensaio de adubação em tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) em solo de cerrado do Distrito Federal. **Revista Olericultura**. Botucatu, v. 15, p. 97-99, 1975.
- DE-POLLI, H.; ALMEIDA, D. L.; SANTOS, G. A.; CUNHA, L. H.; FREIRE, L. R.; SOBRINHO, N. M. B. A.; PEREIRA, N. N. C.; EIRA, P. A.; BLOISE, R. M.; SALEK, R. C. **Manual de adubação do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Ed. da UFRRJ. 1998. 179 p.
- DECHEN, A. R.; HAAG, H. P.; SARRUGE, J. R.; OLIVEIRA, G. D. **Nutrição mineral de hortaliças: XXXVI**. Efeitos de doses de cálcio na solução nutritiva, nos teores de boro, cobre, ferro, manganês e zinco, em plantas de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill). **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, Piracicaba, SP, v. 37, n. 2, p. 1077-1104, 1980.
- EKLUND, C. R. B.; CAETANO, L. C. S.; SHIMOYA, A.; FERREIRA, J. M.; GOMES, J. M. R. Desempenho de genótipos de tomateiro sob cultivo protegidos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 4, p. 1015-1017, 2008.
- EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212 p.
- ENDE, V. D. Estimating the composition of the soil solution of glasshouse soil. 1. Composition of soil solution and aqueous extracts. *Neth. J. Agric. Sci.* 37, p. 311-322, 1989.
- EPSTEIN E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. 2 ed. Londrina: Editora planta, 2006, 403 p.
- ERNANI, P. R.; ALMEIDA, J. A.; SANTOS, F. C. Potássio. In: NOVAES, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do Solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, P. 551-594, 2007.
- FAYAD, J. A. **Absorção de nutrientes, crescimento e produção do tomateiro cultivado em condições de campo e estufa**. 1998. 81 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Viçosa, UFV, 1998.
- FAYAD, J. A.; FONTES, P. C. R.; CARDOSO, A. A.; FINGER, F. L.; FERREIRA, F. A. Absorção de nutrientes pelo tomateiro cultivado sob condições de campo e de ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 90-94, 2002.
- FAULKNER, S. P. Leaf analysis: measuring nutritional status in plants. **The Growing Edge**, v. 5, n. 1, p. 24-28, 1993.
- FEITOSA, F. A. A.; CRUZ, G. F. **Controle de pragas e doenças de flores e hortaliças**. Fortaleza: Instituto de Desenvolvimento da Fruticultura e Agroindústria – Frutal, 2003. 223 p.
- FELTRIN, D. M.; POTT, C. R.; FURLANI, P. R.; CARVALHO, C. R. L. Produtividade e qualidade de frutos de cultivares de tomateiro fertirrigado com cloreto e sulfato de potássio. **Revista Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 4, p. 17-24, 2005.

- FERNANDES, A. A.; MARTINEZ, H. P. E.; FONTES, P. C. R. Produtividade, qualidade de frutos e estado nutricional do tomateiro tipo longa vida conduzido com um cacho, em cultivo hidropônico, em função das fontes de nutrientes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, p. 564-570, 2002.
- FERNANDES, P. D.; CHURATA-MASCA, M. G. C.; OLIVEIRA, G. D. de; HAAG, H. P. Nutrição de hortaliças. XXVII. Absorção de nutrientes pelo tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) em cultivo rasteiro. **Anais** da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, V.32, p. 595-607, 1975.
- FERREIRA, M. M. M.; FERREIRA, G. B.; FONTES, P. C. R.; DANTAS, J. P. Qualidade do tomate em função de doses de nitrogênio e da adubação orgânica em duas estações. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, p. 141-145, 2006.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3ª ed. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2008. 421 p.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Manual de olericultura**. Viçosa MG: Ed. UFV, 2000. 402 p.
- FONTES, P. C. R.; ARAUJO, C. **Adubação nitrogenada de hortaliças**: princípios e prática para o tomateiro. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2007. 148 p.
- FONTES, P. C. R.; GUIMARÃES, T. G. **Manejo dos fertilizantes nas culturas de hortaliças cultivadas em solo, em ambiente protegido**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 20, p. 36-44, 1999.
- FONTES, P. C. R.; LOURES, J. L.; GALVÃO, João Carlos; CARDOSO, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Produção e qualidade do tomate produzido em substrato, no campo e em ambiente protegido**. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 22, n. 3, p. 614-619, 2004.
- FONTES, P. C. R.; SILVA, D. J. H. **Produção e tomate de mesa**. Viçosa, MG: Ed. Aprenda Fácil, 2002. 196 p.
- FRISS-NIELSEN, B. Interpretation of chemical plant analyses and control of nutrient status of growing plants exemplified by the tomato plant. **Plant and Soil**, n. 2, p. 183-209, 1963.
- FURLANI, A. M. C. Nutrição Mineral. In: KERBAUY G. B. (Org.). **Fisiologia Vegetal**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 40-75, 2004.
- FURLANI, P. R.; SILVEIRA, L. C. P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIN, V. **Cultivo hidropônico de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1999. 52 p. (Boletim técnico, 180).
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA, NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, J. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.
- GARGANTINI, H.; BLANCO, H. G. Marcha de absorção de nutrientes pelo tomateiro. **Bragantia**, v. 56, n. 22, p. 693-714, 1963.
- GENÚNCIO, G. C.; MAJEROWICZ, N.; ZONTA, E.; SANTOS, A. M.; GRACIA, D.; AHMED, C. R. M.; SILVA, M. G. Crescimento e produtividade do tomateiro em cultivo hidropônico NFT em função da concentração iônica da solução nutritiva. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, p. 175-179, 2006.
- GONÇALVES, N. P.; SILVA, R. A.; ALVARENGA, C. D. **Manejo integrado de pragas do tomateiro**. Belo Horizonte: EPAMIG, 1997. 12 p (EPAMIG. Boletim Técnico, 49).
- GOTO, R. Manejo nutricional no cultivo de hortaliças em estufas. In: Encontro de hortaliças, 9. Encontro de plasticultura da região sul, 6, 1995, Maringá. **Palestras e trabalhos apresentados**, Maringá: Universidade Estadual de Maringá, p. 11-18, 1995.

- GOTO, R.; GUIMARÃES, V. F.; ECHER, M. E. **Aspectos fisiológicos e nutricionais no crescimento e desenvolvimento de plantas hortícolas**. In: FOLEGATTI, M. V.; CASARINI, E.; BLANCO, F. F.; CAMPONEZ, R. P. do B.; RESENDE, R. S. **Fertirrigação de flores, frutas e hortaliças**. Guaíba: Agropecuária, 2001. 336 p.
- GOTO, R.; TIVELLI, S. W. **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais**. São Paulo: Fundações Editoras da UNESP, 1998, 309 p.
- GOOGLE EARTH. Google Maps. Disponível em <http://earth.google.com.br/>. Acesso em: 31 de dezembro de 2008.
- GUALBERTO, R.; BRAZ, L. T.; BANZATO, D. A. Produtividade, adaptabilidade fenotípica de cultivares de tomateiro sob diferentes condições de ambiente. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 1, p. 81-88, 2002.
- GUIMARÃES, T. G. **Nitrogênio no solo e na planta, teor de clorofila e produção do tomateiro, no campo e na estufa, influenciados por doses de nitrogênio**. 1998. 184 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Viçosa, UFV, 1998.
- GUSMÃO, M. T. A.; GUSMÃO, S. A. L.; ARAÚJO, J. A. C. P. Produtividade de tomate tipo cereja cultivado em ambiente protegido e diferentes substratos. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v. 24, p. 431-436, 2006.
- HEBBAR, S.S.; RAMACHANDRAPPA, B. K.; NANJAPPA, H. V.; PRABHAKAR, M. Studies on NPK drip fertigation in field grown tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **European Journal Agronomy**, v. 21, p. 117-127, 2004.
- HEUVELINK, E. **Tomato growth and yield: quantitative analysis and Synthesis**. 326 f. Thesis Wageningen – Dutch, Gemman, 1995. 326 p.
- HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. **The water-culture method for growing plants without soil**. Circular 347. Agricultural Experiment Station, University of California, Berkeley, CA, 1950. 32 p.
- HUNT, R. **Plant growth curves: the functional approach to plant growth analysis**. London: Edward Arnold, 1982. 248 p.
- IBGE. Quantidade produzida, valor da produção, área plantada e área colhida da lavoura temporária: tomate. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 12 de junho de 2007.
- ISLA, **Catálogo de produtos: hortaliças**. Disponível em: www.isla.com.br. Acesso em: 24 de dezembro de 2008.
- JACKIX, M. H. **Doces, geléias e frutas em calda**. São Paulo: Cone, 1988. 172 p.
- KRAUSS. Potássio na Agricultura Brasileira: potassium effects on yield quality. In: YAMADA, T.; ROBERTS, T, A. **Anais: do Simpósio sobre o Potássio na Agricultura Brasileira**, Piracicaba, p. 281-296. 2005.
- KEMIRA GROWHOW. **Curso de química do solo, nutrição mineral e fertirrigação**. Campinas, 2004. CD-ROM.
- KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Handbuch der Klimatologie**, 5 Vols., Berlin. 1930-39.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: Editora RIMA, 2000. 531 p.
- LOOS, R. A.; SILVA, D. J. H.; FONTES, P. C. R.; PICANÇO, M. C. Identificação e quantificação dos componentes de perdas de produção do tomateiro em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, p. 281-286, 2008.
- LOPES, C. A.; ÁVILA, A. C. **Doenças do tomateiro**. CNPH: EMBRAPA-SPI, Brasília, 2005. 151 p.

- LÓPEZ, C. C. **Fertirrigación**: cultivos hortícola, frutales y ornamentales. 3ª ed. Madrid, Spain: Ed. Mundi-Prensa, 2005. 681 p.
- MACÊDO, L. de S.; ALVARENGA, M. A. R. Efeitos de lâminas de água e fertirrigação potássica sobre o crescimento, produção e qualidade do tomate em ambiente protegido. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 29, p. 296-304, 2005.
- MACHADO, A. Q.; ALVARENGA, M. A. R.; FLORENTINO, C. E. T. Produção de tomate italiano (saladete) sob diferentes densidades de plantio e sistemas de poda visando ao consumo *in natura*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, p. 149-153, 2007.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 2006. 638 p.
- MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia Vegetal**: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral. Viçosa, MG: Editora UFV, 2005, 451 p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2nd ed. London: Academic Press, London, 1995, 889 p.
- MARTINS, G.; VASCOCELLOS, E. F. C.; LUCCHESI, A. A. Análise de crescimento do tomateiro em cultura protegida para condições de trópico úmido. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 7, p. 689-698, 1987.
- MARTINEZ, H. E. P. **O uso do cultivo hidropônico de plantas em pesquisa**. Viçosa: Ed. UFV, 2002, 61 p.
- MELO, P. C. T.; MIRANDA, J. E. C.; COSTA, C. P. Possibilidades e limitações do uso de híbridos F₁ de tomate. **Horticultura Brasileira**, v. 6, p. 4-7, 1988.
- MENGEL, K.; VIRO, M. Effect of potassium supply on the transport of photosynthates to the fruits of tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Plant Physiology**, v. 39, p. 295-300, 1974.
- MEURER, E. J. **Potássio**. In: **Nutrição Mineral de plantas**. Editor Manlio Silvestre Fernandes. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. 432 p.
- MILLS, H. A.; JONES, J. B. **Plant analysis handbook II**. Athens: Micro-macro Publishing. 1996. 422 p.
- MINAMI, K.; HAAG, H. P. **O tomateiro**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1989. 397 p.
- MONTOYA, R. B.; SPINOLA, A. G.; GARCÍA, P. S.; PAREDES, D. G. Demanda de potasio del tomate tipo saladette. **Terra**, v. 20, p. 391-399, 2002.
- MORAES, C. A. G. **Hidroponia**: Como cultivar tomates em sistema NFT. 1ª ed. Jundiaí: DISQ Editora, 1997, 143 p.
- MSTAT – **Microcomputer Statistical Program**. East Lansing/Michigan: Michigan State University, 1991. 400 p.
- NIEUWHOF, M.; GARRETSEN, F.; VAN OEVEREN, J.C. Growth analyses of tomato genotypes grown under low energy conditions. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, v. 39, p. 191-196. 1991.
- NORMAS ANALITICAS DO INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. v. 1, São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985. 553 p.
- NUEZ, F. et al. **El cultivo del tomate**. Madrid, Spain: Ed. Mundi-Prensa, 2001. 793 p.
- PADOVANI, M. R. **Tomate**. São Paulo: Ed. Icone. 1986. 152 p.

- PEIL, R. M. N.; GÁLVEZ, J. L. Rendimiento de plantas de tomate injertadas y efecto de la densidad de tallos en el sistema hidropónico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, p. 265-270, 2004.
- PELUZIO, J. M.; CASALI, V. W. D.; LOPES, N. F.; MIRANDA, G. V.; SANTOS, G. R. Comportamento da fonte e dreno em tomateiro após a poda apical acima do quarto cacho. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 23, p. 510-514, 1999.
- PIMENTEL, C. **Metabolismo do carbono na agricultura tropical**. Seropédica: Edur, 1998. 150 p.
- PRAZERES, A.; ARAÚJO, A.; CARRANCA, C. Avaliação de macronutrientes no fruto e parte aérea do tomate para indústria, tendo em consideração diferentes regimes de rega. **Anais: X Simpósio Ibérico sobre Nutrição Mineral de Plantas**. Lisboa. Portugal. p.1-15, 2004.
- PRADO, R. M. **Nutrição de Plantas**. São Paulo: Editora UNESP, 2008. 407 p.
- RAIJ, B. Princípios de correção e adubação para mudas e para a produção comercial. In: FERREIRA, M. E.; CASTELLANE, P. D.; CRUZ, M. C. P. (ed.) **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba: POTAFOS, 1993, p. 75-84.
- RATTIN, J. E.; ANDRIOLO, J. L.; WITTER, M. Acumulação de massa seca e rendimento de frutos de tomateiro cultivado em substrato com cinco doses de solução nutritiva. **Horticultura Brasileira**, v. 21, p. 26-30, 2003.
- RODRIGUES, L. R. F. **Técnicas de cultivo hidropônico e controle ambiental no manejo de pragas, doenças e nutrição vegetal em ambiente protegido**. Jaboticabal: Ed. Funep, 2002. 762 p.
- SAKATA, **Catálogo de produtos: hortaliças**. Disponível em www.sakata.com.br. Acesso em 07 de setembro de 2005.
- SAMPAIO, R. A. **Produção e qualidade de frutos e teores de nutrientes no solo e no pecíolo do tomateiro, em função da fertirrigação potássica e da cobertura plástica do solo**. 1996. 117 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Viçosa, UFV, 1996.
- SAMPAIO, R. A.; FONTES, P. C. R. Qualidade de frutos de tomateiro fertirrigado com potássio em solo coberto com polietileno. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 16, p. 136-139, 1998.
- SILVA, E. C.; ALVARENGA, M. A. R.; CARVALHO, J. G. Influência de níveis de N e K₂O na produção e incidência de podridão apical em frutos de tomateiro podado e adensado. In: CONGRESSO DA PÓS-GRADUAÇÃO. **Anais**. Lavras: APG/CPG/ESAL, 1993, p. 147-148.
- SILVA, A. C.; CARVALHO, G. A. Manejo integrado de pragas. In: ALVARENGA, M. A. R. **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. Lavras: Editora UFLA, p. 309-366, 2004.
- SILVA, J. A. C.; COSTA, R. A.; STORCH, M. Panorama da tomaticultura no Brasil e sua evolução no Estado do Rio de Janeiro. **Pesquisa agropecuária & desenvolvimento sustentável**. Niterói, v. 2, n. 1, 61-74, 2003.
- SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B. **Tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2000. 168 p.
- SCHMIDT, D.; SANTOS, S. dos S.; BONNECARRÈRE, R. A. G.; PILAU, F. G. Potencial produtivo de tomate cultivado com alta densidade, em hidroponia. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, suplemento junho, p. 273-274, 2000.
- SOUZA, S. R.; FERNANDES, M. S. **Nitrogênio**. In: Nutrição Mineral de plantas. Editor Manlio Silvestre Fernandes. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. 432p.

- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3^a ed. Porto Alegre: Artmed, 2004, 719 p.
- TAMISO, L. G. **Desempenho de cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) sob sistemas orgânicos de cultivo protegido**. 2005. 87 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2005.
- TANAKA, T.; FREITAS, L. M.; TYLER, K. B. Efeito da adubação no crescimento, no nível de nutrientes analisados nas folhas e na produção de plantas de tomate num Latossol Vermelho - Amarelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 5, p. 117-123, 1970.
- TAYLOR, I. B. Biosystematics of the tomato. In: ATHERTON, J. G., RUDICH, J. **The tomato crop: a scientific basis for improvement**, London, Chapman and Hall, p. 1-34, 1986.
- TEDESCO, J. M.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKSWEISS, S. J. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 174 p. (Boletim Técnico, 5).
- TEIXEIRA, N.T. **Hidroponia**: uma alternativa para pequenas áreas. Guaíba: Agropecuária, 1996. 86 p.
- YAMADA, T. Potássio na agricultura brasileira. **Anais**. Piracicaba: Instituto da potassa & fosfato: Instituto internacional da potassa; Londrina, Fundação IAPAR, 1982. 556 p.

26. ANEXOS

26.1. Primeiro Experimento

26.1.1. Sistema a campo

Tabela 44. Valores de quadrado médio da análise de variância de dados de crescimento de plantas de tomateiro crescidas em condições de campo, sob três doses de N e três doses de K, no estádio de floração, de setembro de 2005 a fevereiro de 2006, em Seropédica, RJ.

Fonte de variação	GL	Altura da planta	Número de nós	Diâmetro do caule	Massa de folha	Massa de caule
Repetição	2	0,164	7,815*	0,036	32,295	8,956
N	2	0,173	0,481	0,023	93,345	14,133+
K	2	2,271*	2,481	0,005	5,991	1,655
N x K	4	0,353	0,815	0,030	47,211	5,986
Erro	16	0,532	2,148	0,033	45,132	4,932
CV (%)		11,24	13,02	13,66	29,23	22,39

Fonte de variação	GL	Massa de fruto	Massa de raiz	Massa de parte aérea	Massa total	Razão raiz: parte aérea
Repetição	2	10,117	1,136	135,861	159,015	218
N	2	12,102	3,226	274,077+	332,341+	1438
K	2	3,883	1,397	8,485	12,996	1871
N x K	4	1,207	1,158	104,709	126,098	447
Erro	16	6,063	2,290	93,299	111,672	2268
CV (%)		104,55	34,95	27,40	26,70	37,50

+, *, **, ***: Significativo a 6, 5, 1 e 0,1 % pelo teste F.

Tabela 45. Valores de quadrado médio da análise de variância de dados de crescimento de plantas de tomateiro crescidas em condições de campo, sob três doses de N e três doses de K, no estádio de início de frutificação, de setembro de 2005 a fevereiro de 2006, em Seropédica, RJ.

Fonte de variação	GL	Altura da planta	Número de nós	Diâmetro caule 5	Massa de folha
Repetição	2	511,593	0,593	0,780	114634
N	2	169,037	1,815	6,566	10389
K	2	29,037	2,370	2,678	18326
N x K	4	200,481	3,981	6,281	31768
Erro	16	320,634	10,384	6,152	58211
CV (%)		20,55	21,07	15,75	48,39

Fonte de variação	GL	Massa de caule	Massa de fruto	Massa de parte aérea
Repetição	2	75,610	1467,966	5750,048
N	2	5,070	85,291	426,014
K	2	0,723	367,045	1028,681
N x K	4	42,227	367,413	1800,449
Erro	16	69,319	727,743	3275,997
CV (%)		34,03	50,90	44,96

+, *, **, ***: Significativo a 6, 5, 1 e 0,1 % pelo teste F.

Tabela 46. Valores de quadrado médio da análise de variância de dados de produção e qualidade de frutos de plantas de tomateiro crescidas em condições de campo, sob três doses de N e três doses de K, de setembro de 2005 a fevereiro de 2006, em Seropédica, RJ.

Fonte de variação	GL	Número de frutos comerciais	Produção de frutos comerciais	Diâmetro médio comercial	Massa por fruto comercial	Número de frutos não comerciais	Produção de frutos não comerciais
Repetição	2	4192,481*	448262*	1536,111	232,926	59,370	19132
N	2	302,481	4079	1841,333	386,037	47,815	10560
K	2	1670,259	77163	16,000	185,148	100,593	20429
N x K	4	1405,148	156600	7854,667*	1129,537	532,037	67290
Erro	16	1003,398	105648	2367,319	500,468	957,579	167424
CV (%)		43,48	49,19	9,13	24,34	61,94	69,36
Fonte de variação	GL	Diâmetro médio não comercial	Número de frutos não comerciais	Produção de frutos total	Sólidos solúveis	Acidez titulável	SS/AT
Repetição	2	2131,593	5484,333	677010	11,444	12,333	10,111
N	2	692,148	694,778	18206	1,000	25,444	24,333
K	2	334,259	2740,333	198713	1,444	52,778*	44,333*
N x K	4	2666,315	2087,611	273117	8,111	14,222	14,833
Erro	16	2177,009	2300,792	341891	6,153	9,625	10,236
CV (%)		7,72	40,76	48,65	4,72	14,10	12,52
Fonte de variação	GL	Porcentagem de frutos comerciais	Porcentagem de podridão apical	Porcentagem de lóculo	Porcentagem de broca	Porcentagem de podridão	
Repetição	2	646,704	9,481	8,926	217,444	131,444*	
N	2	59,704	4,704	1,370	31,000	14,333	
K	2	50,815	0,259	8,037	24,333	26,333	
N x K	4	284,593	9,093	0,815	261,500	54,333	
Erro	16	293,662	8,981	4,801	131,694	30,444	
CV (%)		29,12	147,12	147,90	33,86	141,88	

+, *, **, ***: Significativo a 6, 5, 1 e 0,1 % pelo teste F.

26.1.2. Sistema hidropônico

Tabela 47. Valores de quadrado médio da análise de variância de dados de crescimento de plantas de tomateiro crescidas em hidroponia, sob quatro concentrações de N e K na solução, no estágio de floração, de setembro de 2005 a fevereiro de 2006, em Seropédica, RJ.

Fonte de variação	GL	Altura da planta	Número de nós	Diâmetro de caule	Massa de folha
Repetição	3	37,417	0,917	0,954	14,471
Tratam	3	164,750	3,750	18,227**	520,487**
Erro	9	101,917	2,417	2,226	50,054
CV (%)		15,44	13,37	12,50	28,24
Fonte de variação	GL	Massa de caule	Massa de raiz	Massa de parte aérea	Razão raiz: parte aérea
Repetição	3	0,139	6,189	19,329	3517
Tratam	3	38,662**	22,232**	891,909**	17376+
Erro	9	3,294	2,642	75,983	4987
CV (%)		22,12	18,94	25,55	25,52

+, *, **, ***: Significativo a 6, 5, 1 e 0,1 % pelo teste F.

Tabela 48. Valores de quadrado médio da análise de variância de dados de crescimento de plantas de tomateiro crescidas em hidroponia, sob quatro concentrações de N e K na solução, no estágio de formação do primeiro cacho, de setembro de 2005 a fevereiro de 2006, em Seropédica, RJ.

Fonte de variação	GL	Altura da planta	Número de nós	Diâmetro de caule	Massa de folha
Repetição	3	1315,083	13,229	9,563	2292,183
Tratam	3	327,417	5,729	14,229*	4778,929*
Erro	9	758,028	10,229	3,340	695,971
CV (%)		24,12	19,91	12,77	31,56
Fonte de variação	GL	Massa de caule	Massa de fruto	Massa de parte aérea	Massa de 1 fruto
Repetição	3	105,226	1573,462	6797	5,993
Tratam	3	239,396	1056,652	13488*	1,556
Erro	9	126,062	779,276	3362	0,485
CV (%)		37,70	39,71	31,32	18,15

+, *, **, ***: Significativo a 6, 5, 1 e 0,1 % pelo teste F.

Tabela 49. Valores de quadrado médio da análise de variância de dados de crescimento de plantas de tomateiro crescidas em hidroponia, sob quatro concentrações de N e K na solução, ao final do ciclo, de setembro de 2005 a fevereiro de 2006, em Seropédica, RJ.

Fonte de variação	GL	Altura da planta	Número de nós	Diâmetro de caule	Massa de folha
Repetição	2	265,3	4,083	0,083	1184
Tratam	3	543,6	11,333	20,222***	16575
Erro	6	1071,6	15,750	0,306	23163
CV (%)		25,66	20,53	3,61	15,18
Fonte de variação	GL	Massa de caule	Massa de fruto	Massa de parte aérea	Índice de colheita
Repetição	2	20683	18884	78665	540,3
Tratam	3	4283	56841	138617	1619,3
Erro	6	24136	61865	244487	3278,9
CV (%)		29,02	28,39	20,48	16,18

+, *, **, ***: Significativo a 6, 5, 1 e 0,1 % pelo teste F.

Tabela 50. Valores de quadrado médio da análise de variância de dados de acumulação de nutrientes de plantas de tomateiro crescidas em hidroponia, sob quatro concentrações de N e K na solução, no estágio de floração, de setembro de 2005 a fevereiro de 2006, em Seropédica, RJ.

FV	GL	Teor de N na folha	Teor de N no caule	Teor de N na raiz	Conteúdo de N na folha	Conteúdo de N no caule	Conteúdo de N na parte aérea	Conteúdo de N na raiz
Repetição	3	103438	300248	616420	42408	2885	587	14058
Trat	3	752047	85877	471602	1395398**	40758***	19877**	40797*
Erro	9	1277956	192905	256347	129720	2581	1610	7781
CV (%)		19,81	14,18	10,71	25,77	20,03	23,72	21,92
FV	GL	Teor de P na folha	Teor de P no caule	Teor de P na raiz	Conteúdo de P na folha	Conteúdo de P no caule	Conteúdo de P na parte aérea	Conteúdo de P na raiz
Repetição	3	28047	16785*	23794	1646	114,1	2289	742,6
Trat	3	38430*	33802**	14652	45027**	3216,8***	75532**	2964,4+
Erro	9	8983	2763	33575	4245	127,5	5666	844,8
CV (%)		12,19	7,39	18,36	32,42	18,86	28,17	33,58
FV	GL	Teor de K na folha	Teor de K no caule	Teor de K na raiz	Conteúdo de K na folha	Conteúdo de K no caule	Conteúdo de K na parte aérea	Conteúdo de K na raiz
Repetição	3	854241	217299	399077	77123	1533	887	15481
Trat	3	346425	541080	1293267**	446853*	44139*	8051*	31437*
Erro	9	608384	357719	149009	97337	6514	1473	5540
CV (%)		22,75	15,65	12,14	36,83	26,14	32,49	26,88
FV	GL	Teor de Ca na folha	Teor de Ca no caule	Teor de Ca na raiz	Conteúdo de Ca na folha	Conteúdo de Ca no caule	Conteúdo de Ca na parte aérea	Conteúdo de Ca na raiz
Repetição	3	77574	21086	4875	2176	132,7+	1290	10,896
Trat	3	249441*	20139	3949	100150**	997,7***	122138***	185,063**
Erro	9	51132	7543	1891	7952	30,3	8154	20,007
CV (%)		18,89	23,31	17,13	29,31	17,44	26,67	20,74
FV	GL	Teor de Mg na folha	Teor de Mg no caule	Teor de Mg na raiz	Conteúdo de Mg na folha	Conteúdo de Mg no caule	Conteúdo de Mg na parte aérea	Conteúdo de Mg na raiz
Repetição	3	678,2	182,7	121,9	28,4	0,917	21,8	5,729
Trat	3	1811,9**	666,7*	128,9	985,8***	25,750***	1399,1***	11,063*
Erro	9	231,2	115,3	274,9	59,9	0,861	66,8	2,729
CV (%)		14,75	18,58	28,19	28,80	19,04	25,44	32,63

+, *, **, ***: Significativo a 6, 5, 1 e 0,1 % pelo teste F.

Tabela 51. Valores de quadrado médio da análise de variância de dados de acumulação de nutrientes de plantas de tomateiro crescidas em hidroponia, sob quatro concentrações de N e K na solução, no estágio de formação do primeiro cacho, de setembro de 2005 a fevereiro de 2006, em Seropédica, RJ.

FV	GL	Teor de N na folha	Teor de N no caule	Teor de N na raiz	Conteúdo de N na folha	Conteúdo de N no caule	Conteúdo de N na parte aérea	Conteúdo de N na raiz
Repetição	3	1035767	45918	218867	2188844	107231	1847264*	89919*
Trat	3	2491508	416339	550032	6632228	305996	1872560*	194424**
Erro	9	805603	129602	330242	943103	92062	363075	23325
CV (%)		22,15	13,44	21,01	29,68	37,52	31,34	25,23
FV	GL	Teor de P na folha	Teor de P no caule	Teor de P na raiz	Conteúdo de P na folha	Conteúdo de P no caule	Conteúdo de P na parte aérea	Conteúdo de P na raiz
Repetição	3	3635	4883	33860	70766	6329	30212	116302
Trat	3	71157*	61681**	50994*	250362**	13487	70940	753182*
Erro	9	12425	6200	11757	29677	5616	39275	124314
CV (%)		20,22	15,99	23,06	36,64	49,22	58,73	36,47
FV	GL	Teor de K na folha	Teor de K no caule	Teor de K na raiz	Conteúdo de K na folha	Conteúdo de K no caule	Conteúdo de K na parte aérea	Conteúdo de K na raiz
Repetição	3	66617	67257	59416	2667527	109831	1566153	65439
Trat	3	311089	554721	303555	8942071**	168603	875246	184684*
Erro	9	93628	170213	111735	882437	65151	687776	32184
CV (%)		9,08	14,54	10,25	32,62	30,91	36,71	29,84
FV	GL	Teor de Ca na folha	Teor de Ca no caule	Teor de Ca na raiz	Conteúdo de Ca na folha	Conteúdo de Ca no caule	Conteúdo de Ca na parte aérea	Conteúdo de Ca na raiz
Repetição	3	16360	449	206,8	191591	1230	654,3	235303
Trat	3	74951	1533	67,2	443474*	2922	972,8	553560*
Erro	9	71382	2557	310,9	89833	1204	573,4	110737
CV (%)		25,17	16,35	27,77	34,60	37,77	53,81	33,03
FV	GL	Teor de Mg na folha	Teor de Mg no caule	Teor de Mg na raiz	Conteúdo de Mg na folha	Conteúdo de Mg no caule	Conteúdo de Mg na parte aérea	Conteúdo de Mg na raiz
Repetição	3	1054,4	1006,2	240,8	3011	21,563	297,729	2242
Trat	3	3418,2**	466,2	3123,4**	10961**	41,729	687,063*	11008*
Erro	9	388,1	1079,8	250,6	1042	116,785	140,451	2229
CV (%)		21,90	55,93	38,26	39,91	63,34	44,20	37,58

+, *, **, ***: Significativo a 6, 5, 1 e 0,1 % pelo teste F.

Tabela 52. Valores de quadrado médio da análise de variância de dados de acumulação de nutrientes de plantas de tomateiro crescidas em hidroponia, sob quatro concentrações de N e K na solução, ao final do ciclo, de setembro de 2005 a fevereiro de 2006, em Seropédica, RJ.

FV	GL	Teor de N na folha	Teor de N no caule	Teor de N na raiz	Conteúdo de N na folha	Conteúdo de N no caule	Conteúdo de N na parte aérea	Conteúdo de N na raiz
Repetição	2	126889	100802	30127	1855869	356218	368357	30997
Trat	3	528768	376730*	708210*	1081986	60859	88079	14876
Erro	6	617430	79249	93459	1679988	340600	649823	21663
CV (%)		18,07	8,82	7,05	30,05	34,18	21,72	15,12
FV	GL	Teor de P na folha	Teor de P no caule	Teor de P na raiz	Conteúdo de P na folha	Conteúdo de P no caule	Conteúdo de P na parte aérea	Conteúdo de P na raiz
Repetição	2	20149	12	3053	41977	8543	749	59814
Trat	3	331266**	121119***	43296**	358533*	30304	37343	917573**
Erro	6	18330	2875	3155	43110	7565	16699	49057
CV (%)		17,97	10,62	10,51	28,05	32,72	28,09	15,11
FV	GL	Teor de K na folha	Teor de K no caule	Teor de K na raiz	Conteúdo de K na folha	Conteúdo de K no caule	Conteúdo de K na parte aérea	Conteúdo de K na raiz
Repetição	2	100236	2665	3504	721551	170727	175406	11816
Trat	3	816912*	557111***	15120	1724644	133201	598111	49827
Erro	6	84108	18559	9408	768294	201542	584357	14617
CV (%)		8,89	4,84	2,61	27,01	29,97	23,63	15,16
FV	GL	Teor de Ca na folha	Teor de Ca no caule	Teor de Ca na raiz	Conteúdo de Ca na folha	Conteúdo de Ca no caule	Conteúdo de Ca na parte aérea	Conteúdo de Ca na raiz
Repetição	2	78749	1693	14,083	201468	3909	90,250	241029
Trat	3	325760*	28384*	525,111**	436718	7231	222,972	516016
Erro	6	52386	4725	33,861	105577	6931	130,806	151189
CV (%)		14,70	27,20	9,81	21,12	60,88	22,54	22,53
FV	GL	Teor de Mg na folha	Teor de Mg no caule	Teor de Mg na raiz	Conteúdo de Mg na folha	Conteúdo de Mg no caule	Conteúdo de Mg na parte aérea	Conteúdo de Mg na raiz
Repetição	2	5,333	129,000	0,583	20,583	350,583	10,583	420,583
Trat	3	204,306**	298,778	0,528	305,000	179,667	26,111	1056,556
Erro	6	13,222	127,444	2,028	78,917	146,250	26,694	317,806
CV (%)		11,57	11,12	5,19	28,50	22,46	21,68	16,38

+, *, **, ***: Significativo a 6, 5, 1 e 0,1 % pelo teste F.

Tabela 53. Valores de quadrado médio da análise de variância de dados de produção e qualidade de frutos de plantas de tomateiro crescidas em hidroponia, sob quatro concentrações de N e K na solução, de setembro de 2005 a fevereiro de 2006, em Seropédica, RJ.

Fonte de variação	GL	Número de frutos comerciais	Produção de frutos comerciais	Diâmetro médio comercial	Massa por fruto comercial	Número de frutos não comerciais	Massa de frutos não comerciais
Repetição	2	19,083	49898	291,083	105,083	6,750	32099
Tratam	3	20,222	62513	847,667	64,750	64,306	288528
Erro	6	20,306	47327	563,750	88,083	40,306	117271
CV (%)		36,54	35,85	5,05	18,74	28,53	24,16
Fonte de variação	GL	Diâmetro de frutos não comerciais	Número de frutos totais	Massa de frutos totais	Sólidos solúveis	Acidez titulável	
Repetição	2	1579,0	4,000	88960	1,583	6,583	
Tratam	3	1309,9	52,111	217982	7,194	14,083*	
Erro	6	447,6	80,778	219031	6,361	1,583	
CV (%)		4,23	26,05	23,12	4,31	5,97	
Fonte de variação	GL	Proporção de frutos comerciais	Frutos com podridão apical	Frutos com lóculo aberto	Frutos com broca	Frutos com podridão	
Repetição	2	70,333	3,583	14,333	4,083	0,583	
Tratam	3	231,861+	1,861	225,417*	2,750	0,556	
Erro	6	69,444	2,361	51,000	4,750	0,472	
CV (%)		23,20	73,76	12,12	90,18	82,46	

+, *, **, ***: Significativo a 6, 5, 1 e 0,1 % pelo teste F.

Tabela 54. Teores (em mg g⁻¹) e conteúdos (em mg planta⁻¹) de nutrientes de plantas de tomateiro crescidas em hidroponia, sob quatro concentrações de N e K na solução, no estágio de floração, de setembro de 2005 a fevereiro de 2006, em Seropédica, RJ.

Tratamento	Teor de N na folha	Teor de N no caule	Teor de N na raiz	Conteúdo de N na folha	Conteúdo de N no caule	Conteúdo de N na parte aérea	Conteúdo de N na raiz
75% 1:1,5	53,0	32,2	47,2	1691 a	353 a	2098 a	539 a
50% 1:1,5	57,1	30,7	42,6	2078 a	325 a	2465 a	410 ab
75% 1:2,0	62,6	32,0	48,5	1022 b	189 b	1233 b	304 b
50% 1:2,0	56,6	29,0	50,8	800 b	147 b	973 b	356 b
FV	Teor de P na folha	Teor de P no caule	Teor de P na raiz	Conteúdo de P na folha	Conteúdo de P no caule	Conteúdo de P na parte aérea	Conteúdo de P na raiz
75% 1:1,5	7,08 b	7,19 b	10,0	241 a	80 a	329 a	114 a
50% 1:1,5	9,13 a	8,36 a	10,78	333 a	88 a	432 a	107 ab
75% 1:2,0	7,02 b	6,63 bc	9,84	115 b	39 b	157 b	62 b
50% 1:2,0	7,86 ab	6,26 c	9,31	115 b	32 b	151 b	64 b
FV	Teor de K na folha	Teor de K no caule	Teor de K na raiz	Conteúdo de K na folha	Conteúdo de K no caule	Conteúdo de K na parte aérea	Conteúdo de K na raiz
75% 1:1,5	34,1	37,9	29,8 bc	1171 a	420 a	1623 a	340 a
50% 1:1,5	30,3	35,7	35,7 ab	1098 a	378 a	1513 a	349 a
75% 1:2,0	35,7	35,6	24,7 c	585 b	218 b	818 b	158 b
50% 1:2,0	37,1	43,5	37,0 a	534 b	220 b	773 b	261 ab
FV	Teor de Ca na folha	Teor de Ca no caule	Teor de Ca na raiz	Conteúdo de Ca na folha	Conteúdo de Ca no caule	Conteúdo de Ca na parte aérea	Conteúdo de Ca na raiz
75% 1:1,5	12,55 a	4,37	2,65	411 a	47,3 a	462 a	30,3 a
50% 1:1,5	12,51 a	4,10	2,50	458 a	42,5 a	505 a	23,5 ab
75% 1:2,0	14,37 a	3,68	2,88	231 b	22,0 b	254 b	17,5 b
50% 1:2,0	8,46 b	2,75	2,13	118 b	14,5 b	134 b	15,0 c
FV	Teor de Mg na folha	Teor de Mg no caule	Teor de Mg na raiz	Conteúdo de Mg na folha	Conteúdo de Mg no caule	Conteúdo de Mg na parte aérea	Conteúdo de Mg na raiz
75% 1:1,5	0,96 ab	0,59 ab	0,62	31,5 b	6,3 b	38,8 b	7,0 a
50% 1:1,5	1,28 a	0,75 a	0,59	46,8 a	7,8 a	55,3 a	5,5 ab
75% 1:2,0	1,10 ab	0,54 b	0,51	18,0 c	3,0 c	21,0 c	3,0 b
50% 1:2,0	0,78 b	0,44 b	0,64	11,3 c	2,5 c	13,5 c	4,8 ab

Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Duncan a 5%; ausência de letras indica diferença não significativa entre tratamentos.

Tabela 55. Teores (em mg g⁻¹) e conteúdos (em mg planta⁻¹) de nutrientes de plantas de tomateiro crescidas em hidroponia, sob quatro concentrações de N e K na solução, no estágio de formação do primeiro cacho, de setembro de 2005 a fevereiro de 2006, em Seropédica, RJ.

Tratamento	Teor de N na folha	Teor de N no caule	Teor de N na raiz	Conteúdo de N na folha	Conteúdo de N no caule	Conteúdo de N na parte aérea	Conteúdo de N na raiz
75% 1:1,5	34,5	30,9	24,6	2906 b	1004	1865 b	5815 b
50% 1:1,5	40,8	27,8	32,8	5145 a	1086	2908 a	9218 a
75% 1:2,0	35,2	24,0	26,2	2206 b	536	1469 b	4243 b
50% 1:2,0	51,6	24,5	25,8	2831 b	609	1449 b	4943 b
FV	Teor de P na folha	Teor de P no caule	Teor de P na raiz	Conteúdo de P na folha	Conteúdo de P no caule	Conteúdo de P na parte aérea	Conteúdo de P na raiz
75% 1:1,5	5,91 a	58,9 a	4,41 ab	494 b	197	336	1032 ab
50% 1:1,5	6,07 a	47,6 a	5,64 a	807 a	194	517	1528 a
75% 1:2,0	3,55 b	32,3 b	3,23 b	224 b	73	197	497 b
50% 1:2,0	6,52 a	58,2 a	5,53 a	356 b	145	301	810 b
FV	Teor de K na folha	Teor de K no caule	Teor de K na raiz	Conteúdo de K na folha	Conteúdo de K no caule	Conteúdo de K na parte aérea	Conteúdo de K na raiz
75% 1:1,5	33,7	25,3	29,1	2754 b	827	2234	5848 b
50% 1:1,5	37,6	28,5	32,6	5029 a	1071	2927	9100 a
75% 1:2,0	32,0	26,2	32,8	1989 b	569	1905	4493 b
50% 1:2,0	31,4	33,6	35,9	1749 b	837	1969	4605 b
FV	Teor de Ca na folha	Teor de Ca no caule	Teor de Ca na raiz	Conteúdo de Ca na folha	Conteúdo de Ca no caule	Conteúdo de Ca na parte aérea	Conteúdo de Ca na raiz
75% 1:1,5	9,37	3,25	0,64	775 b	110	46	933 b
50% 1:1,5	10,34	3,27	0,69	1359 a	120	66	1552 a
75% 1:2,0	10,19	2,97	0,59	639 b	66	31	740 b
50% 1:2,0	12,57	2,88	0,63	693 b	72	35	805 b
FV	Teor de Mg na folha	Teor de Mg no caule	Teor de Mg na raiz	Conteúdo de Mg na folha	Conteúdo de Mg no caule	Conteúdo de Mg na parte aérea	Conteúdo de Mg na raiz
75% 1:1,5	87 a	50	24 b	74 b	17	19 b	110 b
50% 1:1,5	114 a	53	33 b	153 a	20	29 ab	204 a
75% 1:2,0	109 a	59	27 b	68 b	13	15 b	97 b
50% 1:2,0	50 b	74	83 a	28 b	19	45 a	92 b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Duncan a 5%; ausência de letras indica diferença não significativa entre tratamentos.

Tabela 56. Teores (em mg g⁻¹) e conteúdos (em mg planta⁻¹) de nutrientes de plantas de tomateiro crescidas em hidroponia, sob quatro concentrações de N e K na solução, ao final do ciclo, de setembro de 2005 a fevereiro de 2006, em Seropédica, RJ.

Tratamento	Teor de N na folha	Teor de N no caule	Teor de N na raiz	Conteúdo de N na folha	Conteúdo de N no caule	Conteúdo de N na parte aérea	Conteúdo de N na raiz
75% 1:1,5	46,1	35,4 a	48,4 a	4383	1735	3710	9827
50% 1:1,5	47,1	33,5 a	37,1 b	5112	1863	3716	10690
75% 1:2,0	37,7	27,1 b	42,3 ab	3702	1518	3922	9140
50% 1:2,0	43,0	31,7 ab	45,5 a	4057	1715	3502	9273
FV	Teor de P na folha	Teor de P no caule	Teor de P na raiz	Conteúdo de P na folha	Conteúdo de P no caule	Conteúdo de P na parte aérea	Conteúdo de P na raiz
75% 1:1,5	9,67 a	6,46 a	6,29 a	913 a	313	485	1712 ab
50% 1:1,5	9,94 a	6,54 a	5,98 a	1065 a	358	599	2022 a
75% 1:2,0	2,77 b	2,24 c	3,61 b	268 b	126	334	729 c
50% 1:2,0	7,76 a	4,96 b	5,49 a	715 a	266	421	1402 b
FV	Teor de K na folha	Teor de K no caule	Teor de K na raiz	Conteúdo de K na folha	Conteúdo de K no caule	Conteúdo de K na parte aérea	Conteúdo de K na raiz
75% 1:1,5	33,8 ab	30,8 a	36,9	3215	1468	2871	7553 ab
50% 1:1,5	39,5 a	32,6 a	36,7	4307	1801	3694	9803 a
75% 1:2,0	29,1 b	23,4 b	38,2	2907	1323	3541	7770 ab
50% 1:2,0	28,1 b	25,8 b	36,8	2551	1399	2833	6783 b
FV	Teor de Ca na folha	Teor de Ca no caule	Teor de Ca na raiz	Conteúdo de Ca na folha	Conteúdo de Ca no caule	Conteúdo de Ca na parte aérea	Conteúdo de Ca na raiz
75% 1:1,5	17,7 a	3,83 a	0,60 b	1706 a	201	47	1954
50% 1:1,5	17,4 a	2,68 ab	0,58 b	1860 a	146	58	2064
75% 1:2,0	16,5 a	1,98 b	0,44 c	1598 ab	113	40	1752
50% 1:2,0	10,7 b	1,62 b	0,76 a	989 b	87	58	1135
FV	Teor de Mg na folha	Teor de Mg no caule	Teor de Mg na raiz	Conteúdo de Mg na folha	Conteúdo de Mg no caule	Conteúdo de Mg na parte aérea	Conteúdo de Mg na raiz
75% 1:1,5	0,36 a	1,01	0,28	34	47	22	102 ab
50% 1:1,5	0,38 a	1,15	0,27	41	64	27	133 a
75% 1:2,0	0,32 a	0,98	0,27	32	55	26	112 ab
50% 1:2,0	0,20 b	0,92	0,27	17	50	21	88 b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Duncan a 5%; ausência de letras indica diferença não significativa entre tratamentos.

26.1.3. Sistema fertirrigado

Tabela 57. Valores de quadrado médio da análise de variância de dados de crescimento de plantas de tomateiro crescidas em fertirrigação, sob quatro doses de N e K aplicadas ao substrato, no estágio de floração, de setembro de 2005 a fevereiro de 2006, em Seropédica, RJ.

Fonte de variação	GL	Altura da planta	Número de nós	Diâmetro de caule	Massa de folha
Repetição	3	54,9	1,563	1,269	13,981
Tratam	3	108,2	0,229	8,011*	106,346+
Erro	9	58,0	0,618	1,205	34,459
CV (%)		9,88	7,19	7,25	20,60
Fonte de variação	GL	Massa de caule	Massa de raiz	Massa de parte aérea	Razão raiz: parte aérea
Repetição	3	0,403	44,234	19,587	19354
Tratam	3	18,048*	15,323	32,386	21674
Erro	9	4,365	14,505	45,258	13315
CV (%)		18,89	29,67	16,52	35,98

+, *, **, ***: Significativo a 6, 5, 1 e 0,1 % pelo teste F.

Tabela 58. Valores de quadrado médio da análise de variância de dados de crescimento de plantas de tomateiro crescidas em fertirrigação, sob quatro doses de N e K aplicadas ao substrato, no estágio de formação do primeiro cacho, de setembro de 2005 a fevereiro de 2006, em Seropédica, RJ..

Fonte de variação	GL	Altura da planta	Número de nós	Diâmetro de caule	Massa de folha
Repetição	3	288,5	6,250	4,896	131,171
Tratam	3	39,5	2,250	13,784	505,756**
Erro	9	81,0	3,361	5,091	68,828
CV (%)		6,63	10,71	13,81	11,90
Fonte de variação	GL	Massa de caule	Massa de fruto	Massa de parte aérea	Massa de 1 fruto
Repetição	3	34,121	120,8	130,4	0,029
Tratam	3	77,286*	39,2	923,6*	0,004
Erro	9	17,309	164,0	148,2	0,008
CV (%)		13,27	22,99	7,43	6,63

+, *, **, ***: Significativo a 6, 5, 1 e 0,1 % pelo teste F.

Tabela 59. Valores de quadrado médio da análise de variância de dados de crescimento de plantas de tomateiro crescidas em fertirrigação, sob quatro doses de N e K aplicadas ao substrato, ao final do ciclo, de setembro de 2005 a fevereiro de 2006, em Seropédica, RJ.

Fonte de variação	GL	Altura da planta	Número de nós	Diâmetro de caule	Massa de folha
Repetição	2	124,750	1,583	0,000	359
Tratam	3	591,639	8,556	12,750**	130840*
Erro	6	417,639	9,806	0,667	16273
CV (%)		14,07	15,53	4,24	13,22
Fonte de variação	GL	Massa de caule	Massa de fruto	Massa de parte aérea	Índice de colheita
Repetição	2	1652	8944	13863	599,083
Tratam	3	41378**	9072	297911*	7177,194**
Erro	6	3891	4739	37546	683,861
CV (%)		11,36	7,20	7,85	6,75

+, *, **, ***: Significativo a 6, 5, 1 e 0,1 % pelo teste F.

Tabela 60. Valores de quadrado médio da análise de variância de dados de acumulação de nutrientes de plantas de tomateiro crescidas em fertirrigação, sob quatro doses de N e K aplicadas ao substrato, no estágio de floração, de setembro de 2005 a fevereiro de 2006, em Seropédica, RJ.

FV	GL	Teor de N na folha	Teor de N no caule	Teor de N na raiz	Conteúdo de N na folha	Conteúdo de N no caule	Conteúdo de N na parte aérea	Conteúdo de N na raiz
Repetição	3	729284	265399	119723	109029+	4152	1575	6930
Trat	3	389341	275843	368700	287080**	4444	2100+	6156
Erro	9	250638	198695	203296	30536	6800	571	4675
CV (%)		12,92	18,96	33,08	15,83	31,86	17,07	39,64
FV	GL	Teor de P na folha	Teor de P no caule	Teor de P na raiz	Conteúdo de P na folha	Conteúdo de P no caule	Conteúdo de P na parte aérea	Conteúdo de P na raiz
Repetição	3	325,5	1267,8	45607	104,8	8,7	102,5	2996
Trat	3	1711,3	3532,7	1938	448,5	224,7+	24,5	612
Erro	9	1108,3	1521,4	36490	197,0	65,2	299,2	995
CV (%)		30,33	11,42	37,54	44,21	21,28	22,91	47,66
FV	GL	Teor de K na folha	Teor de K no caule	Teor de K na raiz	Conteúdo de K na folha	Conteúdo de K no caule	Conteúdo de K na parte aérea	Conteúdo de K na raiz
Repetição	3	192790	434356	65356	64352	7702	1087	9177
Trat	3	858856	1326706**	4119273*	370214*	51667*	1966	70743*
Erro	9	390851	177478	806428	85850	11788	1263	11149
CV (%)		17,78	10,64	49,80	28,72	24,70	23,64	46,58
FV	GL	Teor de Ca na folha	Teor de Ca no caule	Teor de Ca na raiz	Conteúdo de Ca na folha	Conteúdo de Ca no caule	Conteúdo de Ca na parte aérea	Conteúdo de Ca na raiz
Repetição	3	3461,4	55749	3512	518,1	598	630	1286
Trat	3	7548,3	11582	67201**	529,9	1108	903	2271
Erro	9	4092,3	26361	8387	631,6	762	1663	642
CV (%)		26,81	16,12	26,74	37,27	24,90	22,05	55,07
FV	GL	Teor de Mg na folha	Teor de Mg no caule	Teor de Mg na raiz	Conteúdo de Mg na folha	Conteúdo de Mg no caule	Conteúdo de Mg na parte aérea	Conteúdo de Mg na raiz
Repetição	3	192,833	93,229	202,229	4,729	2,396	10,250	21,563
Trat	3	473,000	113,729	627,063+	63,396*	20,229+	45,417	40,563
Erro	9	243,722	101,563	184,285	14,507	5,840	28,083	17,396
CV (%)		39,77	10,38	21,96	34,43	22,35	23,17	51,73

Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Duncan a 5%; ausência de letras indica diferença não significativa entre tratamentos.

Tabela 61. Valores de quadrado médio da análise de variância de dados de acumulação de nutrientes de plantas de tomateiro crescidas em fertirrigação, sob quatro doses de N e K aplicadas ao substrato, no estágio de formação do primeiro cacho, de setembro de 2005 a fevereiro de 2006, em Seropédica, RJ.

FV	GL	Teor de N na folha	Teor de N no caule	Teor de N na raiz	Conteúdo de N na folha	Conteúdo de N no caule	Conteúdo de N na parte aérea	Conteúdo de N na raiz
Repetição	3	145169	114721	98882	272957	68215	193234	2917
Trat	3	310898	980515**	77819	1691240+	302345**	111186	35245*
Erro	9	495210	77537	291065	437769	37225	209547	5549
CV (%)		17,52	9,73	16,89	23,36	21,07	25,71	13,38
FV	GL	Teor de P na folha	Teor de P no caule	Teor de P na raiz	Conteúdo de P na folha	Conteúdo de P no caule	Conteúdo de P na parte aérea	Conteúdo de P na raiz
Repetição	3	3596,1	415,8	5481	4288	329,9	7085	3866
Trat	3	2862,2	352,4	41447	6411+	1051,9+	10387	15501
Erro	9	3097,5	1563,3	16410	1788	300,7	6441	9887
CV (%)		14,82	12,49	29,92	16,22	17,46	33,82	16,54
FV	GL	Teor de K na folha	Teor de K no caule	Teor de K na raiz	Conteúdo de K na folha	Conteúdo de K no caule	Conteúdo de K na parte aérea	Conteúdo de K na raiz
Repetição	3	237340	143873	111075	577275	68965	294630	6131
Trat	3	492472*	188656	111158	1873220**	80599	61427	27646**
Erro	9	94601	101040	111831	194479	35472	178116	3483
CV (%)		7,83	9,95	9,85	15,91	18,79	22,34	10,35
FV	GL	Teor de Ca na folha	Teor de Ca no caule	Teor de Ca na raiz	Conteúdo de Ca na folha	Conteúdo de Ca no caule	Conteúdo de Ca na parte aérea	Conteúdo de Ca na raiz
Repetição	3	24951	33137	231,8	6892	2503	332	1945
Trat	3	53843	22231	1551,8	101534**	318	363	106178*
Erro	9	40237	21717	1344,6	14506	1054	431	21863
CV (%)		21,96	34,10	34,88	18,86	24,93	35,84	17,84
FV	GL	Teor de Mg na folha	Teor de Mg no caule	Teor de Mg na raiz	Conteúdo de Mg na folha	Conteúdo de Mg no caule	Conteúdo de Mg na parte aérea	Conteúdo de Mg na raiz
Repetição	3	61,167	204,729	744,750	62,563	65,75+	269,563	105,229
Trat	3	100,833	132,396	1872,417	45,563	131,75**	695,729	265,229
Erro	9	77,222	154,007	691,583	40,563	18,14	355,951	284,618
CV (%)		22,11	11,78	41,66	23,32	12,86	52,87	17,38

Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Duncan a 5%; ausência de letras indica diferença não significativa entre tratamentos.

Tabela 62. Valores de quadrado médio da análise de variância de dados de acumulação de nutrientes de plantas de tomateiro crescidas em fertirrigação, sob quatro doses de N e K aplicadas ao substrato, ao final do ciclo, de setembro de 2005 a fevereiro de 2006, em Seropédica, RJ.

FV	GL	Teor de N na folha	Teor de N no caule	Teor de N na raiz	Conteúdo de N na folha	Conteúdo de N no caule	Conteúdo de N na parte aérea	Conteúdo de N na raiz
Repetição	2	29261	151872	436654	53173	68706	532326	12844
Trat	3	150764*	361685*	479716	2509274*	772653**	852294	88596*
Erro	6	26969	48487	421428	263988	67110	558984	13870
CV (%)		4,90	7,69	14,92	15,72	16,17	17,92	13,02
FV	GL	Teor de P na folha	Teor de P no caule	Teor de P na raiz	Conteúdo de P na folha	Conteúdo de P no caule	Conteúdo de P na parte aérea	Conteúdo de P na raiz
Repetição	2	664	7853	3814	962	2493	5856	22829
Trat	3	2029	4183	1249	3226	17	4838	13788
Erro	6	1761	4643	3866	2984	1289	4015	12087
CV (%)		28,91	37,75	15,49	39,13	37,27	16,50	17,73
FV	GL	Teor de K na folha	Teor de K no caule	Teor de K na raiz	Conteúdo de K na folha	Conteúdo de K no caule	Conteúdo de K na parte aérea	Conteúdo de K na raiz
Repetição	2	132700	39758	157658	217213	24001	305403	11349
Trat	3	107208	79433	167656	1356491	112416	496749	18352
Erro	6	65200	19425	133581	441115	31363	169870	11084
CV (%)		7,35	5,79	9,13	19,86	13,54	10,77	12,42
FV	GL	Teor de Ca na folha	Teor de Ca no caule	Teor de Ca na raiz	Conteúdo de Ca na folha	Conteúdo de Ca no caule	Conteúdo de Ca na parte aérea	Conteúdo de Ca na raiz
Repetição	2	10044	304	232	9297	275	290	6356
Trat	3	110657*	3275	1000+	76989	476	1087+	85490
Erro	6	18739	1181	252	45826	383	247	46837
CV (%)		19,08	16,94	31,83	31,39	18,00	32,60	25,80
FV	GL	Teor de Mg na folha	Teor de Mg no caule	Teor de Mg na raiz	Conteúdo de Mg na folha	Conteúdo de Mg no caule	Conteúdo de Mg na parte aérea	Conteúdo de Mg na raiz
Repetição	2	60,083	4,083	144,250	64,583	3,583	195,083	222,583
Trat	3	219,333	6,972	585,333	127,222	35,417	513,556	313,889
Erro	6	55,417	16,972	226,917	86,472	10,250	254,972	257,472
CV (%)		18,01	14,17	15,86	23,74	19,91	17,61	11,00

Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Duncan a 5%; ausência de letras indica diferença não significativa entre tratamentos.

Tabela 63. Valores de quadrado médio da análise de variância de dados de produção e qualidade de frutos de plantas de tomateiro crescidas em fertirrigação, sob quatro doses de N e K aplicadas ao substrato, de setembro de 2005 a fevereiro de 2006, em Seropédica, RJ.

Fonte de variação	GL	Número de frutos comerciais	Produção de frutos comerciais	Diâmetro médio comercial	Massa por fruto comercial	Número de frutos não comerciais	Massa de frutos não comerciais
Repetição	2	8,583	38589	1788,083**	169,750	31,083	36230
Tratam	3	45,000	202426+	253,889	26,000	156,750**	222778*
Erro	6	18,250	46007	153,639	39,750	14,417	24984
CV (%)		28,17	23,25	2,48	10,34	18,45	14,32
Fonte de variação	GL	Diâmetro de frutos não comerciais	Número de frutos totais	Massa de frutos totais	Sólidos solúveis	Acidez titulável	
Repetição	2	446,333	56,250**	55729	22,583	80,583	
Tratam	3	471,417	33,417**	36931	17,194	10,972	
Erro	6	359,000	3,250	18219	27,694	19,472	
CV (%)		3,86	5,04	6,66	10,34	17,03	
Fonte de variação	GL	Proporção de frutos comerciais	Frutos com podridão apical	Frutos com lóculo aberto	Frutos com broca	Frutos com podridão	
Repetição	2	26,333	40,583	9,250	0,583	3,250	
Tratam	3	516,083*	118,889	146,972+	0,667	0,750	
Erro	6	105,333	48,806	39,139	0,917	2,917	
CV (%)		23,64	34,36	20,68	41,03	45,54	

+, *, **, ***: Significativo a 6, 5, 1 e 0,1 % pelo teste F.

Tabela 64. Teores (em mg g⁻¹) e conteúdos (em mg planta⁻¹) de nutrientes de plantas de tomateiro crescidas em fertirrigação, sob quatro doses de N e K (em kg ha⁻¹) aplicadas ao substrato, no estágio de floração, de setembro de 2005 a fevereiro de 2006, em Seropédica, RJ.

Razão N:K	Teor de N na folha	Teor de N no caule	Teor de N na raiz	Conteúdo de N na folha	Conteúdo de N no caule	Conteúdo de N na parte aérea	Conteúdo de N na raiz
200:300	37,4	20,5	9,3	984 bc	242	1265 b	122
200:400	43,4	26,7	16,4	1445 a	227	1693 a	188
300:450	37,3	24,3	14,7	1165 b	263	1465 ab	166
300:600	36,8	22,5	14,1	820 c	304	1178 b	215
FV	Teor de P na folha	Teor de P no caule	Teor de P na raiz	Conteúdo de P na folha	Conteúdo de P no caule	Conteúdo de P na parte aérea	Conteúdo de P na raiz
200:300	0,85	3,83	5,01	22	44 a	72	65
200:400	1,33	3,27	5,38	46	28 b	76	63
300:450	1,03	3,42	4,86	33	37 ab	78	54
300:600	1,18	3,15	5,11	26	43 a	77	83
FV	Teor de K na folha	Teor de K no caule	Teor de K na raiz	Conteúdo de K na folha	Conteúdo de K no caule	Conteúdo de K na parte aérea	Conteúdo de K na raiz
200:300	33,9	31,3 b	31,5 a	901 b	367 b	1305	416 a
200:400	42,0	41,9 a	20,2 ab	1435 a	353 b	1810	220 b
300:450	33,1	40,9 a	10,2 b	1028 ab	438 ab	1523	117 b
300:600	31,7	44,4 a	10,3 b	718 b	601 a	1385	155 b
FV	Teor de Ca na folha	Teor de Ca no caule	Teor de Ca na raiz	Conteúdo de Ca na folha	Conteúdo de Ca no caule	Conteúdo de Ca na parte aérea	Conteúdo de Ca na raiz
200:300	1,97	10,36	2,61 bc	51	121	177	34 b
200:400	2,26	10,62	2,15 c	78	89	170	25 b
300:450	2,32	9,93	3,94 ab	72	108	189	46 ab
300:600	3,00	9,39	5,00 a	68	126	204	79 a
FV	Teor de Mg na folha	Teor de Mg no caule	Teor de Mg na raiz	Conteúdo de Mg na folha	Conteúdo de Mg no caule	Conteúdo de Mg na parte aérea	Conteúdo de Mg na raiz
200:300	0,28	1,05	0,55 b	7,3 b	12,5 a	20,3	7,3
200:400	0,36	0,93	0,57 b	12,5 ab	8,0 b	20,5	6,5
300:450	0,54	0,95	0,54 b	16,0 a	10,0 ab	27,5	5,8
300:600	0,39	0,96	0,81 a	8,5 b	12,8 a	23,3	12,8

Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Duncan a 5%; ausência de letras indica diferença não significativa entre tratamentos.

Tabela 65. Teores (em mg g⁻¹) e conteúdos (em mg planta⁻¹) de nutrientes de plantas de tomateiro crescidas em fertirrigação, sob quatro doses de N e K (em kg ha⁻¹) aplicadas ao substrato, no estágio de formação do primeiro cacho, de setembro de 2005 a fevereiro de 2006, em Seropédica, RJ.

Razão N:K	Teor de N na folha	Teor de N no caule	Teor de N na raiz	Conteúdo de N na folha	Conteúdo de N no caule	Conteúdo de N na parte aérea	Conteúdo de N na raiz
200:300	39,2	25,9 b	30,0	2636 ab	838 bc	1598	5108 bc
200:400	36,9	23,1 b	32,5	2109 b	586 c	1824	4538 c
300:450	41,1	31,6 a	33,2	2913 ab	998 ab	1989	5940 ab
300:600	43,5	33,8 a	32,1	3669 a	1240 a	1712	6678 a
FV	Teor de P na folha	Teor de P no caule	Teor de P na raiz	Conteúdo de P na folha	Conteúdo de P no caule	Conteúdo de P na parte aérea	Conteúdo de P na raiz
200:300	3,56	31,9	3,45	238 b	103	195	540
200:400	4,11	31,1	5,65	238 b	79	311	629
300:450	3,54	30,8	3,57	247 b	98	213	562
300:600	3,81	32,9	4,47	321 a	118	231	675
FV	Teor de K na folha	Teor de K no caule	Teor de K na raiz	Conteúdo de K na folha	Conteúdo de K no caule	Conteúdo de K na parte aérea	Conteúdo de K na raiz
200:300	35,7 b	31,1	32,0	2392 b	1008	1717	5148 b
200:400	37,6 b	34,3	35,5	2159 b	872	1981	5030 b
300:450	40,0 ab	29,4	33,1	2829 b	932	1978	5778 b
300:600	43,8 a	33,0	35,2	3711 a	1198	1879	6845 a
FV	Teor de Ca na folha	Teor de Ca no caule	Teor de Ca na raiz	Conteúdo de Ca na folha	Conteúdo de Ca no caule	Conteúdo de Ca na parte aérea	Conteúdo de Ca na raiz
200:300	9,65	4,35	0,90	648 a	141	48	838 ab
200:400	7,40	5,37	0,97	425 b	134	55	614 b
300:450	9,64	3,82	1,00	673 a	120	59	853 ab
300:600	9,85	3,76	1,34	810 a	128	71	1010 a
FV	Teor de Mg na folha	Teor de Mg no caule	Teor de Mg na raiz	Conteúdo de Mg na folha	Conteúdo de Mg no caule	Conteúdo de Mg na parte aérea	Conteúdo de Mg na raiz
200:300	0,35	1,07	0,52	23	34 a	28	87
200:400	0,47	0,97	0,95	27	25 b	54	107
300:450	0,40	1,10	0,60	28	35 a	36	99
300:600	0,38	1,07	0,46	32	39 a	25	96

Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Duncan a 5%; ausência de letras indica diferença não significativa entre tratamentos.

Tabela 66. Teores (em mg g⁻¹) e conteúdos (em mg planta⁻¹) de nutrientes de plantas de tomateiro crescidas em fertirrigação, sob quatro doses de N e K (em kg ha⁻¹) aplicadas ao substrato, ao final do ciclo, de setembro de 2005 a fevereiro de 2006, em Seropédica, RJ.

Razão N:K	Teor de N na folha	Teor de N no caule	Teor de N na raiz	Conteúdo de N na folha	Conteúdo de N no caule	Conteúdo de N parte aérea	Conteúdo de N na raiz
200:300	33,4 ab	27,9 ab	46,3	3117 bc	1285 b	4575	8977 ab
200:400	30,7 b	24,0 b	38,1	2171 c	1055 b	3679	6907 b
300:450	33,7 ab	30,7 a	42,9	3394 ab	2040 a	3745	9180 ab
300:600	36,2 a	31,8 a	46,8	4393 a	2028 a	4686	11110 a
FV	Teor de P na folha	Teor de P no caule	Teor de P na raiz	Conteúdo de P na folha	Conteúdo de P no caule	Conteúdo de P parte aérea	Conteúdo de P na raiz
200:300	1,58	2,21	4,25	149	99	419	666
200:400	1,67	2,03	4,05	118	93	389	601
300:450	1,08	1,46	3,75	109	97	327	533
300:600	1,48	1,52	4,01	182	97	402	680
FV	Teor de K na folha	Teor de K no caule	Teor de K na raiz	Conteúdo de K na folha	Conteúdo de K no caule	Conteúdo de K parte aérea	Conteúdo de K na raiz
200:300	32,5	25,2	43,0	3041	1157	4251	8450
200:400	36,9	25,7	40,6	2603	1125	3897	7627
300:450	35,5	22,3	37,6	3574	1480	3272	9823
300:600	34,1	23,1	38,9	4158	1471	3891	9520
FV	Teor de Ca na folha	Teor de Ca no caule	Teor de Ca na raiz	Conteúdo de Ca na folha	Conteúdo de Ca no caule	Conteúdo de Ca parte aérea	Conteúdo de Ca na raiz
200:300	9,70 a	2,43	0,40 b	906	111	39 b	1056
200:400	7,58 ab	2,12	0,38 b	534	92	37 b	663
300:450	6,03 b	1,64	0,45 b	613	109	40 b	761
300:600	5,39 b	1,93	0,77 a	675	123	77 a	874
FV	Teor de Mg na folha	Teor de Mg no caule	Teor de Mg na raiz	Conteúdo de Mg na folha	Conteúdo de Mg no caule	Conteúdo de Mg parte aérea	Conteúdo de Mg na raiz
200:300	0,51	0,29	0,96	48	14	95	156
200:400	0,46	0,29	1,13	33	13	107	153
300:450	0,35	0,27	0,93	35	18	82	135
300:600	0,33	0,31	0,79	41	20	79	139

Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Duncan a 5%; ausência de letras indica diferença não significativa entre tratamentos.

26.1.4. Análise conjunta

Tabela 67. Valores de quadrado médio da análise de variância conjunta de dados de produção e qualidade de frutos de plantas de tomateiro crescidas em três sistemas (hidroponia, fertirrigação e campo), sob quatro razões N:K aplicadas, de setembro de 2005 a fevereiro de 2006, em Seropédica, RJ.

Fonte de variação	GL	Número de frutos comerciais	Produção de frutos comerciais	Diâmetro médio comercial	Massa por fruto comercial	Número de frutos não comerciais	Massa de frutos não comerciais
Sistema	2	17681**	300755+	4956,250	8593,1***	103390***	1754603**
Erro A	6	1112	63513	4911,583	114,1	1542	100361
Tratamento	3	3881	197148	5283,361	431,0	11698**	252942
Sist x trat	6	1469	63706	8505,028	191,7	5071	151887
Erro B	18	1691	84863	9926,139	270,7	2171	117600
CV (%)		35,27	38,44	20,21	23,28	29,06	32,37

Tabela 67. Valores (Continuação....)

Fonte de variação	GL	Diâmetro de frutos não comerciais	Número de frutos totais	Massa de frutos totais	Percentagem comercial	Percentagem de podridão apical	Percentagem de lóculo
Sistema	2	58025***	206409***	1856423**	1488,861*	1338,4***	9718,7***
Erro A	6	1582	2408	124426	253,250	15,722	11,861
Tratamento	3	891	5481	155192	358,111	36,917	167,741**
Sist x trat	6	886	2012	81814	238,083	44,028	103,102*
Erro B	18	1023	3468	180729	212,065	22,130	32,120
CV (%)		5,97	21,42	23,64	31,85	57,80	18,65
Fonte de variação	GL	Percentagem de broca	Percentagem de podridão	Sólidos solúveis	Acidez titulável	SS/AT	
Sistema	2	4149,5***	36,083	201,333**	87,444	176,444**	
Erro A	6	87,667	19,139	11,139	33,583	11,194	
Tratamento	3	42,296	18,481	4,324	12,917	11,000	
Sist x trat	6	49,380	20,565	10,741	10,778	24,778	
Erro B	18	68,741	11,620	13,435	8,546	13,824	
CV (%)		63,24	120,31	6,80	12,82	14,52	

+, *, **, ***: Significativo a 6, 5, 1 e 0,1 % pelo teste F.

26.2. Segundo Experimento

26.2.1. Sistema a campo

Tabela 68. Valores de quadrado médio da análise de variância dos dados originais de crescimento de plantas de tomateiro crescidas em condições de campo, sob três doses de K, em seis épocas de avaliação, de junho a novembro de 2006 em Seropédica, RJ.

Fonte de variação	GL	Número de nós	Altura da planta	Diâmetro do caule
Repetição	3	1,389	71,8	294,9
K	2	2,389	49,8	123,0
Erro A	6	2,611	32,5	157,3
Coleta	5	113,922***	8316,6***	9813,2***
K x col	10	2,072	24,8	239,4
Erro B	45	1,415	60,0	128,0
CV (%)		9,62	10,53	8,97

+, *, **, ***: Significativo a 6, 5, 1 e 0,1 % pelo teste F.

Tabela 69. Valores de quadrado médio da análise de variância dos dados transformados em logaritmo natural de crescimento de plantas de tomateiro crescidas em condições de campo, sob três doses de K, em seis épocas de avaliação, de junho a novembro de 2006, Seropédica, RJ.

Fonte de variação	GL	Massa de folha	Massa de caule	Massa de parte aérea	GL	Massa de fruto
Repetição	3	0,074	0,036	0,102	3	0,259
K	2	0,242	0,041	0,179	2	0,860*
Erro A	6	0,086	0,074	0,075	6	0,084
Coleta	5	15,834***	15,840***	25,317***	4	32,142***
K x col	10	0,270***	0,180**	0,218***	8	0,190*
Erro B	45	0,071	0,053	0,057	36	0,064
CV (%)		4,58	5,02	3,68		4,44

+, *, **, ***: Significativo a 6, 5, 1 e 0,1 % pelo teste F.

Tabela 70. Valores de quadrado médio da análise de variância de dados de acumulação de nutrientes de plantas de tomateiro crescidas em condições de campo, sob três doses de K, em seis épocas de avaliação; teores em valores originais, conteúdos em valores transformados em logaritmo natural, de junho a novembro de 2006 em Seropédica, RJ.

FV	GL	Teor de N na folha	Teor de N no caule	Conteúdo de N na folha	Conteúdo de N no caule	Conteúdo de N na parte aérea
Repetição	3	80492	34138	0,127	0,048	0,146
K	2	1981110***	1540685***	0,103	0,304*	0,039
Coleta	5	6363716***	683944***	10,368***	13,766***	19,552***
K x col	10	194290*	620163***	0,353***	0,403***	0,234**
Erro	51	83676	31913	0,080	0,062	0,065
CV (%)		10,02	10,74	6,22	4,92	4,95
FV	GL	Teor de P na folha	Teor de P no caule	Conteúdo de P na folha	Conteúdo de P no caule	Conteúdo de P na parte aérea
Repetição	3	1771	2849	0,057	0,073	0,075
K	2	23122*	2390	0,786**	0,018	0,078
Coleta	5	167644***	265001***	12,591***	9,386***	19,322***
K x col	10	25298***	15708**	0,537***	0,318***	0,332***
Erro	51	6427	4714	0,117	0,080	0,081
CV (%)		19,81	19,01	7,06	8,12	8,75
FV	GL	Teor de K na folha	Teor de K no caule	Conteúdo de K na folha	Conteúdo de K no caule	Conteúdo de K na parte aérea
Repetição	3	260920	1185	0,049	0,033	0,065
K	2	457406	23114***	0,477*	0,074	0,290*
Coleta	5	4114464***	123261***	15,840***	11,082***	24,097***
K x col	10	585149+	7334**	0,234*	0,169**	0,197*
Erro	51	299991	2149	0,098	0,062	0,075
CV (%)		14,13	10,34	6,45	6,60	8,23
FV	GL	Teor de Ca na folha	Teor de Ca no caule	Conteúdo de Ca na folha	Conteúdo de Ca no caule	Conteúdo de Ca na parte aérea
Repetição	3	143425	9553	0,219	0,126	0,210
K	2	108117	49453**	0,763**	0,262	0,729**
Coleta	5	1127564***	37285***	23,107***	20,143***	23,780***
K x col	10	386908***	54779***	0,360**	0,350**	0,284**
Erro	51	66622	6270	0,116	0,100	0,098
CV (%)		19,83	19,38	9,15	8,71	8,11
FV	GL	Teor de Mg na folha	Teor de Mg no caule	Conteúdo de Mg na folha	Conteúdo de Mg no caule	Conteúdo de Mg na parte aérea
Repetição	3	319,1	465,9	0,123	0,100	0,121
K	2	8960,3***	880,7*	1,031***	0,030	0,624**
Coleta	5	6673,7***	1680,8***	20,745***	18,262***	24,035***
K x col	10	1553,3**	1021,6***	0,275**	0,209*	0,186*
Erro	51	394,2	256,9	0,090	0,078	0,070
CV (%)		14,50	20,04	7,89	6,43	6,38

+, *, **, ***: Significativo a 6, 5, 1 e 0,1 % pelo teste F.

Tabela 71. Valores de quadrado médio da análise de variância de dados de acumulação de nutrientes em frutos de plantas de tomateiro crescidas em condições de campo, sob três doses de K, em cinco épocas de avaliação; teores em valores originais, conteúdos em valores transformados em logaritmo natural, de junho a novembro de 2006 em Seropédica, RJ.

FV	GL	Teor de N no fruto	Conteúdo de N no fruto	Teor de P no fruto	Conteúdo de P no fruto	Teor de K no fruto	Conteúdo de K no fruto
Repetição	3	206899	0,195*	5270	0,045	2567	0,116
K	2	415207*	0,280*	43641***	0,102	8170+	0,450**
Coleta	4	6047586***	39,635***	103615***	31,330***	106114***	40,547***
K x col	8	108261	0,170*	101193***	1,567***	5198+	0,206**
Erro	42	108811	0,058	2323	0,072	2561	0,063
CV (%)		13,93	5,69	13,44	5,86	13,16	5,34

FV	GL	Teor de Ca no fruto	Conteúdo de Ca no fruto	Teor de Mg no fruto	Conteúdo de Mg no fruto
Repetição	3	537,3	0,152	31,867	0,141
K	2	8160,5***	2,254***	214,067	1,477**
Coleta	4	23917,3***	19,476***	930,558**	37,260***
K x col	8	4106,1***	0,524**	235,921	0,548
Erro	42	711,0	0,145	148,581	0,266
CV (%)		25,79	11,53	30,68	10,98

+, *, **, ***: Significativo a 6, 5, 1 e 0,1 % pelo teste F.

Tabela 72. Valores de quadrado médio da análise de variância de dados de produção e qualidade de frutos de plantas de tomateiro crescidas em condições de campo, sob três doses de K, de junho a novembro de 2006 em Seropédica, RJ.

Fonte de variação	GL	Número de frutos comerciais	Número de frutos não comerciais	Número de frutos totais	Massa por fruto comercial	Massa por fruto não comercial	Massa de frutos comerciais
Repetição	3	2367,444*	266,306	2081,444	384,889	80,111	645386*
K	2	19,000	29,250	28,583	468,000	40,083	33551
Erro	6	248,111	184,472	653,028	228,889	60,194	107021
CV (%)		15,52	17,70	14,34	9,58	5,74	19,91

Fonte de variação	GL	Massa de frutos não comerciais	Massa de frutos totais	Diâmetro de frutos comerciais	Diâmetro de frutos não comerciais	Sólidos solúveis	Acidez titulável
Repetição	3	69828	661889	4,750	0,306	23,333*	11,222
K	2	4424	56649	10,750+	2,250	0,583	4,750
Erro	6	26062	198235	2,417	4,139	4,917	9,972
CV (%)		15,38	16,53	2,35	3,29	4,96	8,65

Fonte de variação	GL	SS/AT	pH
Repetição	3	588,667*	0,444
K	2	97,000	0,083
Erro	6	107,000	0,528
CV (%)		7,96	1,64

+, *, **, ***: Significativo a 6, 5, 1 e 0,1 % pelo teste F.

26.2.2. Sistema hidropônico

Tabela 73. Valores de quadrado médio da análise de variância dos dados originais de crescimento de plantas de tomateiro crescidas em hidroponia, sob duas doses de K, em sete épocas de avaliação, de junho a novembro de 2006 em Seropédica, RJ.

Fonte de variação	GL	Número de nós	Altura da planta	Diâmetro do caule
Repetição	2	5,452	51,9	326,7
K	1	2,881	797,4*	80,1
Coleta	6	38,762***	2592,4***	3530,9***
K x col	6	0,825	155,0	345,4
Erro B	26	4,042	142,6	188,0
CV (%)		15,61	16,15	9,94

+, *, **, ***: Significativo a 6, 5, 1 e 0,1 % pelo teste F.

Tabela 74. Valores de quadrado médio da análise de variância dos dados transformados em logaritmo natural de crescimento de plantas de tomateiro crescidas em hidroponia, sob duas doses de K, em sete épocas de avaliação, de junho a novembro de 2006 em Seropédica, RJ.

Fonte de variação	GL	Massa de folha	Massa de caule	Massa de parte aérea	GL	Massa de fruto
Repetição	2	0,383	0,063	0,068	2	0,313
K	1	0,077	0,000	0,019	1	0,003
Coleta	6	8,155***	6,709***	11,662***	5	10,543***
K x col	6	0,158	0,112	0,150	5	0,224
Erro	26	0,156	0,077	0,126	22	0,119
CV (%)		10,36	5,86	7,98		9,33

+, *, **, ***: Significativo a 6, 5, 1 e 0,1 % pelo teste F.

Tabela 75. Valores de quadrado médio da análise de variância de dados de acumulação de nutrientes de plantas de tomateiro crescidas em hidroponia, sob doses de K, em sete épocas de avaliação; teores em valores originais, conteúdos em valores transformados em logaritmo natural, de junho a novembro de 2006 em Seropédica, RJ.

FV	GL	Teor de N na folha	Teor de N no caule	Conteúdo de N na folha	Conteúdo de N no caule	Conteúdo de N na parte aérea
Repetição	2	453140*	16332	0,637*	0,104	0,159
K	1	923523*	1951784***	0,009	0,450+	0,000
Coleta	6	3756516***	589887**	5,521***	5,908***	8,465***
K x col	6	262838	1094206***	0,225	0,161	0,170
Erro	26	120821	128011	0,187	0,122	0,153
CV (%)		10,63	16,15	5,95	6,34	7,08
FV	GL	Teor de P na folha	Teor de P no caule	Conteúdo de P na folha	Conteúdo de P no caule	Conteúdo de P na parte aérea
Repetição	2	38411	6926	0,865*	0,144	0,231
K	1	8514	3493	0,039	0,005	0,022
Coleta	6	147439***	58731***	5,517***	5,125***	8,089***
K x col	6	57188*	1699	0,246	0,133	0,164
Erro	26	18687	10375	0,242	0,103	0,165
CV (%)		20,09	16,68	8,65	4,91	6,48
FV	GL	Teor de K na folha	Teor de K no caule	Conteúdo de K na folha	Conteúdo de K no caule	Conteúdo de K na parte aérea
Repetição	2	847,2	2563	0,426	0,064	0,053
K	1	6,1	25802**	0,097	0,102	0,011
Coleta	6	31210,5***	139876***	6,695***	3,776***	9,536***
K x col	6	10994,9**	4889	0,072	0,097	0,082
Erro	26	2099,3	2232	0,189	0,092	0,131
CV (%)		10,37	9,61	5,73	4,80	6,06
FV	GL	Teor de Ca na folha	Teor de Ca no caule	Conteúdo de Ca na folha	Conteúdo de Ca no caule	Conteúdo de Ca na parte aérea
Repetição	2	87978	2318	0,178	0,108	0,160
K	1	376773**	436152***	0,046	2,917***	0,182
Coleta	6	272197***	35010**	10,940***	8,523***	10,907***
K x col	6	69031	30100**	0,307	0,398*	0,302
Erro	26	37726	6526	0,196	0,133	0,177
CV (%)		17,24	20,18	7,14%	6,02	6,64
FV	GL	Teor de Mg na folha	Teor de Mg no caule	Conteúdo de Mg na folha	Conteúdo de Mg no caule	Conteúdo de Mg na parte aérea
Repetição	2	87,929	5,881	0,300	0,066	0,151
K	1	224,024	172,024*	0,170	0,137	0,058
Coleta	6	853,413***	163,190**	10,228***	8,095***	11,247***
K x col	6	137,079	134,302**	0,105	0,143	0,103
Erro	26	113,339	30,932	0,182	0,110	0,156
CV (%)		12,77	13,23	7,21	5,39	6,37

+, *, **, ***: Significativo a 6, 5, 1 e 0,1 % pelo teste F.

Tabela 76. Valores de quadrado médio da análise de variância de dados de acumulação de nutrientes em frutos de plantas de tomateiro crescidas em hidroponia, sob duas doses de K, em seis épocas de avaliação; teores em valores originais, conteúdos em valores transformados em logaritmo natural, de junho a novembro de 2006 em Seropédica, RJ.

FV	GL	Teor de N no fruto	Conteúdo de N no fruto	Teor de P no fruto	Conteúdo de P no fruto	Teor de K no fruto	Conteúdo de K no fruto
Repetição	2	13219	0,377	2044	0,280	638,583	0,373
K	1	501736+	0,113	2,250	0,002	1225,000	0,001
Coleta	5	1376478***	8,338***	121886***	6,844***	1917,133+	10,020***
K x col	5	229121	0,194	4569	0,146	3019,467**	0,184
Erro	22	128105	0,137	4851	0,098	728,038	0,121
CV (%)		13,69	5,34	12,72	4,08	6,08	6,71

FV	GL	Teor de Ca no fruto	Conteúdo de Ca no fruto	Teor de Mg no fruto	Conteúdo de Mg no fruto
Repetição	2	318	0,065	1,583	0,275
K	1	116736***	11,087***	49,000	0,101
Coleta	5	37409***	4,744***	364,667***	6,796***
K x col	5	16514***	0,492	7,733	0,215
Erro	22	433,134	0,348	15,856	0,148
CV (%)		18,22	10,24	13,97	5,49

+, *, **, ***: Significativo a 6, 5, 1 e 0,1 % pelo teste F.

Tabela 77. Valores de quadrado médio da análise de variância de dados de produção e qualidade de frutos de plantas de tomateiro crescidas em hidroponia, sob duas doses de K, de junho a novembro de 2006 em Seropédica, RJ.

Fonte de variação	GL	Número de frutos comerciais	Número de frutos não comerciais	Número de frutos totais	Massa por fruto comercial	Massa por fruto não comercial	Massa de frutos comerciais
Repetição	5	1499,200	211,733	1130,733	110,533	255,000	241891
K	1	5043,000*	1281,333	1200,000+	192,000	147,000	346120
Erro	5	565,600	458,333	257,800	48,800	337,400	99360
CV (%)		10,59	38,12	5,73	5,39	17,75	10,98

Fonte de variação	GL	Massa de frutos não comerciais	Massa de frutos totais	Diâmetro de frutos comerciais	Diâmetro de frutos não comerciais	Sólidos solúveis	Acidez titulável
Repetição	5	29528	153605	3,883	5,483	1023,733	14,933
K	1	241968	9296	6,750	24,083	1976,333	5,333
Erro	5	95424	77915	2,950	10,683	635,733	3,933
CV (%)		46,90	7,91	2,86	5,69	5,23	6,36

Fonte de variação	GL	SS/AT	pH
Repetição	5	136,333	0,550
K	1	12,000	0,083
Erro	5	158,600	0,283
CV (%)		7,89	1,16

Fonte de variação	GL	Proporção de frutos comerciais	Porcentagem de podridão apical	Porcentagem de lóculo	Porcentagem de broca	Porcentagem de podridão
Repetição	5	4641	643,5	1718,1	1132	174,1
K	1	22794	3605,3	850,1	3924	18,8
Erro	5	5401	901,9	652,9	1510	197,8
CV (%)		9,15	78,34	53,33	51,08	86,54

+, *, **, ***: Significativo a 6, 5, 1 e 0,1 % pelo teste F.

26.2.3. Sistema fertirrigado

Tabela 78. Valores de quadrado médio da análise de variância dos dados originais de crescimento de plantas de tomateiro crescidas em fertirrigação, sob duas doses de K, em sete épocas de avaliação, de junho a novembro de 2006 em Seropédica, RJ.

Fonte de variação	GL	Número de nós	Altura da planta	Diâmetro do caule
Repetição	2	7,929	152,7	186,3*
K	1	18,667*	1141,9*	18,7
Coleta	6	65,817***	4051,5***	2549,7***
K x col	6	6,167	112,4	49,9
Erro B	26	3,390	200,7	46,0
CV (%)		13,86	19,30	6,81

+, *, **, ***: Significativo a 6, 5, 1 e 0,1 % pelo teste F.

Tabela 79. Valores de quadrado médio da análise de variância dos dados transformados em logaritmo natural de crescimento de plantas de tomateiro crescidas em fertirrigação, sob duas doses de K, em sete épocas de avaliação, de junho a novembro de 2006 em Seropédica, RJ.

Fonte de variação	GL	Massa de folha	Massa de caule	Massa de parte aérea	GL	Massa de fruto
Repetição	2	0,182	0,225	0,142	2	0,135
K	1	0,644*	0,297+	0,651*	1	0,190
Coleta	6	9,051***	10,442***	15,768***	5	7,013***
K x col	6	0,117	0,095	0,068	5	0,193
Erro	26	0,145	0,098	0,086	22	0,147
CV (%)		7,38	7,50	7,98		10,46

+, *, **, ***: Significativo a 6, 5, 1 e 0,1 % pelo teste F.

Tabela 80. Valores de quadrado médio da análise de variância de dados de acumulação de nutrientes de plantas de tomateiro crescidas em fertirrigação, sob doses de K, em sete épocas de avaliação; teores em valores originais, conteúdos em valores transformados em logaritmo natural, de junho a novembro de 2006 em Seropédica, RJ.

FV	GL	Teor de N na folha	Teor de N no caule	Conteúdo de N na folha	Conteúdo de N no caule	Conteúdo de N na parte aérea
Repetição	2	129786	773	0,227	0,233	0,132
K	1	2542164***	58988	1,800**	0,493*	1,676***
Coleta	6	1947715***	429161***	7,734***	10,533***	13,417***
K x col	6	353009**	164400*	0,155	0,245	0,174
Erro	26	79529	49578	0,149	0,121	0,082
CV (%)		11,19	19,58	6,39	5,32	4,27
FV	GL	Teor de P na folha	Teor de P no caule	Conteúdo de P na folha	Conteúdo de P no caule	Conteúdo de P na parte aérea
Repetição	2	8039	2326	0,356	0,507+	0,107
K	1	11800	29	2,700**	0,823*	0,498
Coleta	6	181903***	166758***	4,175***	3,456***	9,208***
K x col	6	16953*	8774	0,462	0,228	0,191
Erro	26	6472	6324	0,296	0,157	0,171
CV (%)		26,32	33,92	14,45	8,36	8,65
FV	GL	Teor de K na folha	Teor de K no caule	Conteúdo de K na folha	Conteúdo de K no caule	Conteúdo de K na parte aérea
Repetição	2	32918	3917	0,276	0,350	0,230
K	1	1239090	3979	0,321	0,931*	0,746*
Coleta	6	3921820**	109411***	7,442***	6,863***	13,060***
K x col	6	310107	18135**	0,208	0,446*	0,087
Erro	26	755434	3481	0,268	0,135	0,146
CV (%)		24,69	13,86	8,13	6,62	5,24
FV	GL	Teor de Ca na folha	Teor de Ca no caule	Conteúdo de Ca na folha	Conteúdo de Ca no caule	Conteúdo de Ca na parte aérea
Repetição	2	86261	10212*	0,002	0,016	0,001
K	1	44298	14449*	1,731**	1,084*	1,517**
Coleta	6	132350*	17028***	10,425***	8,076***	10,738***
K x col	6	70664	5519*	0,234	0,266	0,207
Erro	26	37480	2269	0,200	0,157	0,162
CV (%)		30,19	22,89	9,61	8,18	8,31
FV	GL	Teor de Mg na folha	Teor de Mg no caule	Conteúdo de Mg na folha	Conteúdo de Mg no caule	Conteúdo de Mg na parte aérea
Repetição	2	30,1	23,2	0,272	0,171	0,117
K	1	914,7*	2229,4***	0,070	0,741*	0,169
Coleta	6	1416,3***	878,3***	9,951***	7,501***	13,429***
K x col	6	782,9**	320,7***	0,257	0,797***	0,188
Erro	26	147,8	27,3	0,189	0,099	0,109
CV (%)		16,76	12,35	9,08	5,70	6,16

+, *, **, ***: Significativo a 6, 5, 1 e 0,1 % pelo teste F.

Tabela 81. Valores de quadrado médio da análise de variância de dados de acumulação de nutrientes em frutos de plantas de tomateiro crescidas em fertirrigação, sob duas doses de K, em seis épocas de avaliação; teores em valores originais, conteúdos em valores transformados em logaritmo natural, de junho a novembro de 2006 em Seropédica, RJ.

FV	GL	Teor de N no fruto	Conteúdo de N no fruto	Teor de P no fruto	Conteúdo de P no fruto	Teor de K no fruto	Conteúdo de K no fruto
Repetição	2	12652	0,102	1519	0,222	680687	0,105
K	1	812795**	0,605*	7146	0,012	2066138*	0,649
Coleta	5	4172011***	3,363***	124711***	2,853***	1182530*	5,704***
K x col	5	459363**	0,386*	4883	0,301	418519	0,174
Erro	22	83406	0,107	4145	0,171	385528	0,231
CV (%)		12,82	4,88	18,65	5,80	17,28	6,66

FV	GL	Teor de Ca no fruto	Conteúdo de Ca no fruto	Teor de Mg no fruto	Conteúdo de Mg no fruto
Repetição	2	203,2	0,023	57,900	0,047
K	1	2764,8*	0,050	7,500	0,035
Coleta	5	7606,7***	2,349***	432,217**	5,976***
K x col	5	1021,5	0,574*	678,417***	0,911*
Erro	22	434,3	0,139	72,270	0,325
CV (%)		36,77	7,15	22,43	7,90

+, *, **, ***: Significativo a 6, 5, 1 e 0,1 % pelo teste F.

Tabela 82. Valores de quadrado médio da análise de variância de dados de produção e qualidade de frutos de plantas de tomateiro crescidas em fertirrigação, sob duas doses de K, de junho a novembro de 2006 em Seropédica, RJ.

Fonte de variação	GL	Número de frutos comerciais	Número de frutos não comerciais	Número de frutos totais	Massa por fruto comercial	Massa por fruto não comercial	Massa de frutos comerciais
Repetição	5	545,6**	555,5	759,5	56,8	187,5	42792
K	1	481,3**	24,1	310,1	168,8+	114,1	92752
Erro	5	18,9	357,9	315,5	28,4	209,5	6798
CV (%)		4,18	35,98	11,36	6,07	20,13	9,10

Fonte de variação	GL	Massa de frutos não comerciais	Massa de frutos totais	Diâmetro de frutos comerciais	Diâmetro de frutos não comerciais	Sólidos solúveis	Acidez titulável
Repetição	5	23029	42297	9,683	3,883	9,683	3,883
K	1	5002	55081	30,083+	6,750	30,083+	6,750
Erro	5	26298	32334	6,483	2,950	6,483	2,950
CV (%)		44,1	14,11	4,89	3,33	4,89	3,33

Fonte de variação	GL	SS/AT
Repetição		260,9
K		120,3
Erro		412,7
CV (%)		13,98

+, *, **, ***: Significativo a 6, 5, 1 e 0,1 % pelo teste F.

26.3. Terceiro Experimento

26.3.1. Sistema hidropônico

Tabela 83. Valores de quadrado médio da análise de variância de dados de crescimento, produção e qualidade de frutos de quatro genótipos de tomateiro crescidos em hidroponia, sob duas razões N:K na solução, de julho a novembro de 2007 em Seropédica, RJ.

Fonte de variação	GL	Altura da planta	Diâmetro do caule	Massa de folha	Massa de caule	Massa de cacho	Massa de fruto
Repetição	3	2318*	90,125	378	104,750	4,531	1781
Tratamento	1	5,281	2450,000**	4608***	153,125	148,781**	1499
Cultivar	3	5759***	724,125*	2695***	795,583***	59,531*	3369*
Trat x cul	3	597	386,167	922*	155,375	12,281	1640
Erro	21	4608	211,315	201	76,179	13,460	750
CV (%)		8,88	9,61	17,88	19,18	25,69	21,55
Fonte de variação	GL	Número de frutos comerciais	Número de frutos não comerciais	Produção de frutos comerciais	Produção de frutos não comerciais	Peso médio de frutos comerciais	Peso médio de frutos não comerciais
Repetição	3	267	4,281	1113472	5078	328	961
Tratamento	1	399	7,031	195313	96580+	2468**	830
Cultivar	3	14091***	116,865**	6390234***	173593**	30064***	5426**
Trat x cul	3	547	2,198	557996	37067	1536**	1211
Erro	21	364	20,876	593471	23332	248	951
CV (%)		34,97	87,55	30,97	65,65	20,58	67,56
Fonte de variação	GL	Diâmetro de frutos comerciais	Diâmetro de frutos não comerciais	Sólidos solúveis totais	pH	Acidez titulável	Teor de N no fruto
Repetição	3	4,9	197,115	4,458	1,865	6,083	73,948
Tratamento	1	15,1+	9,031	45,125	1,531	32,000	2,531
Cultivar	3	1335,2***	651,281	345,375***	7,948+	25,250	6038,031*
Trat x cul	3	9,0	310,448	7,875	4,865	9,750	277,615
Erro	21	3,7	230,519	32,173	2,650	13,917	1533,067
CV (%)		4,26	48,54	10,14	3,84	11,26	16,70
Fonte de variação	GL	Teor de K no fruto	Razão K:N no fruto				
Repetição	3	770	674				
Tratamento	1	11974*	2775				
Cultivar	3	24295***	5063				
Trat x cul	3	165	1012				
Erro	21	1677	2183				
CV (%)		9,38	24,41				

+, *, **, ***: Significativo a 6, 5, 1 e 0,1 % pelo teste F.

26.3.2. Sistema fertirrigado

Tabela 84. Valores de quadrado médio da análise de variância de dados de crescimento, produção e qualidade de frutos de quatro genótipos de tomateiro crescidos em fertirrigação, sob duas razões N:K aplicadas ao substrato, de julho a novembro de 2007 em Seropédica, RJ.

Fonte de variação	GL	Altura da planta	Diâmetro do caule	Massa de folha	Massa de caule	Massa de cacho	Massa de fruto
Repetição	3	91,781	102,615	69,531	3,115	1,500	237
Tratamento	1	11,281	1313,281**	892,531**	357,781**	15,125	231
Cultivar	3	748,031*	573,115*	271,365*	429,948***	37,917***	4976**
Trat x cul	3	462,615+	324,698	16,615	20,448	2,708	946
Erro	21	158,448	125,067	69,150	25,043	4,667	841
CV (%)		7,21	8,16	19,96	14,79	19,86	26,43
Fonte de variação	GL	Número de frutos comerciais	Número de frutos não comerciais	Produção de frutos comerciais	Produção de frutos não comerciais	Peso médio de frutos comerciais	Peso médio de frutos não comerciais
Repetição	3	349	100,115	156514	25312	189	1039
Tratamento	1	85	69,031	95594	187578	91	332
Cultivar	3	9858***	77,865	1067533*	222643	25512***	8148***
Trat x cul	3	465*	44,948	398472	107809	56	103
Erro	21	150	74,019	258762	99712	237	474
CV (%)		27,68	97,28	27,59	81,53	21,33	42,73
Fonte de variação	GL	Diâmetro de frutos comerciais	Diâmetro de frutos não comerciais	Sólidos solúveis totais	pH	Acidez titulável	Teor de N no fruto
Repetição	3	19,0	107,1	26,833	4,781	11,083	381
Tratamento	1	19,5	16,5	15,125	0,031	1,125	1263*
Cultivar	3	1056,6***	861,7**	941,083***	30,365***	116,917***	1208*
Trat x cul	3	2,9	140,6	33,375	3,698	30,208	669
Erro	21	43,4	149,4	14,905	3,472	13,036	251
CV (%)		15,21	31,87	7,96	4,41	10,35	10,06
Fonte de variação	GL	Teor de K no fruto	Razão K:N no fruto				
Repetição	3	5718*	1542				
Tratamento	1	231	2831				
Cultivar	3	9416**	4199*				
Trat x cul	3	3266	1098				
Erro	21	1757	993				
CV (%)		10,69	12,53				

+, *, **, ***: Significativo a 6, 5, 1 e 0,1 % pelo teste F.