



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS  
INSTITUTO DE BIOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOLOGIA VEGETAL

**GERMINAÇÃO, VIGOR DE SEMENTES E CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS  
DE TOMATEIRO SOB DIFERENTES CONDIÇÕES NUTRICIONAIS**

**TATIANA RAQUEL LÖWE**

Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de Pelotas, sob  
a orientação do Prof. Dario Munt de  
Moraes, como parte das exigências do  
Programa de Pós-Graduação em  
Fisiologia Vegetal, para a obtenção do  
título de Mestre em Ciências (M.S.)

PELOTAS  
Rio Grande do Sul - Brasil  
Março de 2007

**TATIANA RAQUEL LÖWE**

**GERMINAÇÃO, VIGOR DE SEMENTES E CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS  
DE TOMATEIRO SOB DIFERENTES CONDIÇÕES NUTRICIONAIS**

Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de Pelotas, sob  
a orientação do Prof. Dario Munt de  
Moraes, como parte das exigências do  
Programa de Pós-Graduação em  
Fisiologia Vegetal, para a obtenção do  
título de Mestre em Ciências (M.S.)

APROVADA: 12 de março de 2007

---

Prof.<sup>a</sup>. Dra. Claudete Miranda Abreu

---

Prof. Dr. Flávio Gilberto Herter

---

Prof. Dr. Valmor João Bianchi

---

Prof. Dr. Nei Fernandes Lopes  
(co-orientador)

---

Prof. Dr. Dario Munt de Moraes  
(Orientador)

Aos meus pais, Marlene e Arno  
Dedico

## **AGRADECIMENTOS**

À CAPES pela concessão da bolsa durante o curso de Pós-graduação.

À Universidade Federal de Pelotas pela oportunidade de participar do Programa de Pós-graduação em Fisiologia Vegetal.

Ao Prof. Dr. Dario Munt de Moraes pela orientação, incentivo e auxílio, sem sua contribuição não seria possível à conclusão deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Nei Fernandes Lopes pela co-orientação, pelas valiosas sugestões na redação deste trabalho.

Às minhas colegas, e, sobretudo amigas, Patrícia Marini e Caroline Leivas Moraes, que me auxiliaram na execução da parte prática deste trabalho, sua presença e amizade facilitaram os meus estudos nestes dois anos.

A minha colega e amiga Francine Ferreira Cassana pela agradável convivência nos dois anos do curso.

À Prof<sup>a</sup>. Claudete Miranda Abreu, a qual tenho muito apreço, pois muito me auxiliou quando entrei na Fisiologia Vegetal ainda para fazer estágio.

As amigas, Maria da Graça de Souza Lima e Cristina Rodrigues Mendes, pela compreensão e apoio, por sempre estarem dispostas a ajudar e tirar qualquer dúvida.

Aos funcionários Rudinei e Luíza pela agradável convivência durante a execução deste experimento.

Aos meus pais, pela confiança em mim depositada e por me apoiarem sempre.

Ao meu namorado Diego, pela compreensão, paciência e apoio em todas as horas.

À Família do Diego, e em especial a sua mãe, que sem sombra de dúvida foi uma mãe pra mim também.

À Deus que sempre ouve as minhas preces e os meus anseios.

## ÍNDICE

SUMÁRIO.....	vii
SUMMARY.....	ix
INTRODUÇÃO.....	1
MATERIAIS E MÉTODOS.....	4
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	7
CONCLUSÕES.....	22
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23

## SUMÁRIO

LÖWE, TATIANA RAQUEL, M.S., Universidade Federal de Pelotas, Março, 2007. **Germinação, vigor de sementes e crescimento de plântulas de tomateiro sob diferentes condições nutricionais.** Orientador: Prof. Dr. Dario Munt de Moraes, co-orientador: Prof. Dr. Nei Fernandes Lopes.

O experimento foi realizado no Laboratório de Sementes e em casa-de-vegetação do Departamento de Botânica da Universidade Federal de Pelotas. A pesquisa objetivou determinar e descrever o efeito de diferentes soluções nutritivas sobre a germinação, o vigor de sementes e o crescimento de plântulas de tomateiro. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com três repetições. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. O ensaio foi conduzido três vezes, em cada etapa foi retirado um macronutriente, sendo constituído por três tratamentos: solução nutritiva de Hoagland com ½ força, solução de Hoagland ½ força menos um nutriente, nitrogênio (N), fósforo (P) ou potássio (K), e água. Foram efetuados os seguintes testes: germinação (TG), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), condutividade elétrica (CE), emergência de plântulas (TE), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento da parte aérea (PA) e do sistema radicular (SR), massas fresca (MF) e seca (MS) da PA e do SR de plântulas, área foliar, número de folhas, e determinação do teor de pigmentos (clorofila e carotenóides). A qualidade fisiológica de sementes foi influenciada pelos tratamentos, sendo a condutividade elétrica o teste mais sensível. A solução de

Hoagland completa a  $\frac{1}{2}$  força produziu aumentos na maioria das características de crescimento das plântulas crescidas em casa-de-vegetação, principalmente, no acúmulo de matéria seca e área foliar. O teor de carotenóides não foi afetado pelos diferentes tratamentos. Enquanto, o teor de clorofila, em alguns casos, diminuiu no tratamento com água.

Termos para indexação: *Lycopersicon esculentum* Mill., qualidade de sementes e crescimento de plântulas.



## SUMMARY

LÖWE, TATIANA RAQUEL, M.Sc., Universidade Federal de Pelotas, March, 2007. **Germination, vigor of seeds and growth of tomato's seedlings in different nutritional conditions.** Advisor: Prof. Dr. Dario Munt de Moraes, Comitê: Prof. Dr. Nei Fernandes Lopes.

The experiment was carried in the laboratory of seeds and the greenhouse of the Department of Botany, Universidade Federal de Pelotas. The research was done with objective to evaluate and to describe the effect of different nutritional solutions on the germination, the vigor of the seeds and growth of tomato seedlings. The experimental design was entirely randomized with three replications. The means were compared by Tukey test ( $P \leq 5\%$ ). The assay was conducted three times, in each one was retreated a macroelement, being constituted by three treatments: complete Hoagland's solution  $\frac{1}{2}$  strength, Hoagland's solution  $\frac{1}{2}$  strength minus one element, nitrogen (N), phosphorous (P) or potassium (K), and water. The following tests were leaded: germination (TG), first counting of germination (PCG), germination speed index (IVG), electric conductivity (CE), seedlings emergence (TE), emergence speed index (IVE), shoot (PA) and roots (SR) lengths of seedlings, fresh (MF) and dry (MS) matters of shoot and root seedlings, leaf area, leaf number, and pigments (chlorophylls and carotenoids) content. The physiological quality of seeds was affected by treatments, being the more sensible test the electric conductivity. The complete Hoagland solution  $\frac{1}{2}$  strength produced increments on the major growth characteristics of seedlings under greenhouse conditions, meanly on dry

matter accumulation and leaf area. The carotenoids content was not affected by different treatments. While the chlorophyll content, in some cases, decreased in the treatment with water.

Index terms: *Lycopersicon esculentum* Mill., seeds quality and growth of seedlings.

## INTRODUÇÃO

O tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) pertence à família Solanaceae, é originário da região montanhosa dos Andes, no Chile, Equador, Peru e Colômbia (TRANI et al., 1994). Levado a Europa, foi utilizado primeiramente, como planta ornamental e medicinal, somente no final do século XVIII começou-se o uso para consumo (SASAKI & SENO, 1994). No Brasil, as imigrações italianas e portuguesas foram as responsáveis pela introdução do tomate, há mais de um século (NAGAI, 1989).

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) no ano de 2005, a área plantada e a quantidade produzida de tomate, no Brasil, foram respectivamente, de 60639 hectare e 3452973 tonelada, na região sul do Brasil estas mesmas variáveis representaram respectivamente, 8376 hectare e 399539 tonelada, já no estado do Rio Grande do Sul, os dados encontrados foram respectivamente, 2535 hectare e 91001 tonelada (IBGE, 2007).

Com a demanda crescente de sementes de alta qualidade, para o estabelecimento de uma agricultura mais produtiva e sustentável, cresce também o monitoramento de cada fase do processo produtivo da indústria de sementes. Vários são os fatores que afetam a qualidade fisiológica das sementes; dentre eles, à interferência de nutrientes aplicados via adubação de pré-semeadura ou cobertura (ALVES et al., 2005). A produção e qualidade da semente são influenciadas pela disponibilidade de nutrientes à lavoura, por afetar a formação do embrião e dos órgãos de reserva, assim como a composição química e, conseqüentemente, o metabolismo e vigor (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

Com relação ao tomate, poucos estudos têm sido desenvolvidos com nutrição mineral, especialmente quando se trata da produção de sementes com alta qualidade. São escassos os estudos com intuito de elucidar os aspectos da falta de nutrientes na viabilidade e vigor da semente, e crescimento da plântula. Estudos deste tipo são imprescindíveis quando se fala em horticultura, pois, esta se alicerça na produção de mudas de qualidade, as quais dependem de sementes viáveis para se estabelecer.

No que diz respeito aos solos usados na cultura do tomateiro, estes necessitam recomendações para o uso de fertilizantes e corretivos, pois no cultivo intensivo, encontram-se geralmente solos com teores elevados de nutrientes, porém completamente desbalanceados entre si; e no cultivo nômade, comumente os nutrientes minerais encontram-se em concentrações menores do que aquelas requeridas para o cultivo econômico das hortaliças (TAKAZAKI & DELLA VECCHIA, 1993).

Nesse contexto, uma forma de controlar a disponibilidade de nutrientes, é através do uso da solução nutritiva, a qual contém de forma balanceada, todos os sais inorgânicos necessários ao pleno desenvolvimento das plantas. Entre as diversas soluções nutritivas existentes, destaca-se a solução nutritiva de Hoagland (HOAGLAND & ARNON, 1938), que ainda hoje é muito utilizada. A solução nutritiva completa de Hoagland contém os micro e macronutrientes necessários ao desenvolvimento vegetal, e é baseado nesta solução nutritiva completa, que se preparam as soluções com elementos faltantes, como solução nutritiva menos o nitrogênio, fósforo ou potássio.

Quanto ao aspecto da nutrição mineral e relações com a qualidade de sementes estudos realizados com outras hortaliças tais como quiabo (ZANIN & MOTA, 1995) e feijão-caupi (OLIVEIRA et al., 2000) demonstram elevação na germinação e vigor, em função da nutrição mineral. Os resultados obtidos até o momento são poucos e inconsistentes, necessitando de mais estudos relacionados às doses adequadas e à interferência na produção e na qualidade de sementes (IMOLESI et al., 2001). Na soja, VIEIRA et al. (1985) verificaram que a aplicação de diferentes doses de fósforo e potássio não afetaram a germinação e o vigor das sementes, avaliado pelo envelhecimento acelerado, índice de velocidade de emergência e matéria seca das plântulas. No entanto, os autores

obtiveram aumento no vigor quando o mesmo foi avaliado por meio da primeira contagem.

Vários trabalhos sobre nutrição mineral em plantas foram realizados, em sua maior parte, para avaliar os efeitos da deficiência mineral na produtividade da cultura.

Baseado no exposto, e sabendo-se que a produção de tomate, assim como das demais hortaliças, dependem de grande investimento por parte do produtor, trabalhos com a nutrição mineral desta espécie, sobre a germinação, o vigor de sementes e o crescimento de plântulas de tomateiro são de vital importância, a fim de fornecer informações relevantes para adequar o processo de produção da referida cultura.

Portanto, a adequada nutrição mineral se faz necessária para o pleno desenvolvimento da cultura e qualidade da semente de tomateiro. Assim sendo, este trabalho teve por objetivo determinar e descrever o efeito de diferentes soluções nutritivas sobre a germinação, o vigor de sementes e o crescimento de plântulas de tomateiro.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Sementes e em Casa de Vegetação do Departamento de Botânica da Universidade Federal de Pelotas, de novembro de 2005 a abril de 2006.

As sementes de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) utilizadas foram adquiridas no comércio local da cidade de Pelotas (RS), e pertencem a. cv. Floradade. Foram conduzidos três experimentos independentes, sendo estes:

Experimento I: As sementes foram submetidas a três tratamentos: água, solução nutritiva Completa ½ força de Hoagland (HOAGLAND & ARNON, 1938), solução de Hoagland ½ força sem o nitrogênio.

Experimento II: As sementes foram submetidas a três tratamentos: água, solução nutritiva Completa ½ força de Hoagland, solução de Hoagland ½ força sem o fósforo.

Experimento III: As sementes foram submetidas a três tratamentos: água, solução nutritiva Completa ½ força de Hoagland, solução de Hoagland ½ força sem o potássio.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com três repetições. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os seguintes testes foram executados:

- 1) Experimentos realizados em Laboratório, onde as sementes permaneceram em germinador por 14 dias:

**Teste de Germinação (TG)** – foram utilizadas 200 sementes (quatro subamostras de 50 sementes) distribuídas em caixas plásticas do tipo gerbox, sobre duas folhas de papel filtro umedecidas com 15 mL de cada tratamento. O teste foi conduzido em germinador a 25°C e a avaliação final realizou-se aos quatorze dias (Brasil, 1992), sendo os dados expressos em percentagem de germinação; **primeira contagem de germinação (PCG)** - realizada conjuntamente com o teste de germinação, no quinto dia após a instalação do teste (BRASIL, 1992); **índice de velocidade de germinação (IVG)** – estabelecido conjuntamente com o teste de germinação, a contagem do número de plântulas germinadas foi efetuada diariamente até a estabilização, para os cálculos foi utilizada a fórmula proposta por MAGUIRE (1962); **comprimento, massa fresca (MF) e seca (MS) das plântulas** – foram determinadas aos 14 dias após a instalação do teste de germinação e os resultados expressos em mm plântula<sup>-1</sup> e mg plântula<sup>-1</sup>, respectivamente.

2) Experimento realizado em laboratório, utilizando-se o condutivímetro:

**Condutividade elétrica (CE)** – as sementes de tomate foram embebidas inicialmente por uma hora nas diferentes soluções nutritivas e, logo após, foram lavadas com água destilada. Pesaram-se as amostras e estas foram colocadas em copos de béquer com 80 mL de água deionizada, mantidas em germinador a temperatura de 20°C. A condutividade elétrica foi determinada nos tempos de incubação de três e 24 horas. Realizaram-se as leituras da condutividade das sementes em condutivímetro Digimed CD-21 e os resultados expressos em  $\mu\text{S m}^{-1} \text{g}^{-1}$  de semente;

3) Experimento realizado em casa-de-vegetação, com avaliação final das plântulas após 21 dias da semeadura:

**Emergência de plântulas (E)** – experimento conduzido em casa de vegetação, utilizando bandejas de isopor de 170 células, com quatro repetições de 40 sementes por bandeja, utilizando-se três bandejas por tratamento. O substrato utilizado foi areia lavada. A irrigação com as soluções nutritivas foi realizada a cada dois dias e nos intervalos utilizou-se água; **índice de velocidade de emergência (IVE)** – estabelecido conjuntamente com o teste emergência, sendo a contagem do número de plântulas emersas efetuado diariamente até a estabilização, para os

cálculos foi utilizada a fórmula proposta por MAGUIRE (1962); **comprimento da parte aérea (PA) e do sistema radicular (SR) e massas fresca (MF) e seca (MS) da PA e SR das plântulas** – realizado em conjunto com o TE em casa-de-vegetação, ao final dos 21 dias após a instalação do teste de emergência das plântulas de acordo com POPINIGIS (1985), e os resultados expressos em mm plântula<sup>-1</sup> e mg plântula<sup>-1</sup>, respectivamente; **teor de clorofila total, clorofila a, clorofila b** – a extração de pigmentos foi realizada de acordo com a metodologia descrita por ARNON (1949), aos 21 dias após a instalação do teste de emergência de plântulas, e quantificada conforme LICHTENTHALER (1987), sendo os resultados expressos em mg de clorofila g<sup>-1</sup> MF; **teor de carotenóides totais** – quantificado de acordo com LICHTENTHALER (1987), aos 21 dias após a semeadura das plantas no TE, com os resultados expressos em mg de carotenóides g<sup>-1</sup> MF; **área foliar** – determinada aos 21 dias após a instalação do teste de emergência de plântulas de tomate, em medidor de área foliar da marca Li-Cor 3000 e os resultados expressos em mm<sup>2</sup> plântula<sup>-1</sup>; **número de folhas** – foi contado quando da medição da área foliar.



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### EXPERIMENTO I: Ausência do macronutriente nitrogênio

A porcentagem de germinação (TG) e a primeira contagem de germinação (PCG) não foram afetadas pelos tratamentos aplicados. O índice de velocidade de germinação (IVG) foi maior na solução nutritiva completa do que nos demais tratamentos (Tabela 1). Estes resultados no IVG evidenciam que as sementes da solução nutritiva completa aumentaram o seu vigor, tendo maior velocidade para germinar do que as sementes dos outros tratamentos.

Tabela 1 – Porcentagem de germinação (TG), primeira contagem de germinação (PCG), e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de tomate, submetidas às diferentes soluções nutritivas e água

Tratamentos	TG (%)	PCG (%)	IVG
Completa	90,33 A*	88,83 A	18,22 A
Sem N	86,33 A	83,50 A	15,21 B
Água	83,50 A	83,50 A	15,00 B
CV (%)	3,96	4,37	5,85

\*Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo Teste de Tuckey à 5% de probabilidade de erro.

Experimento realizado com o feijão, nas doses de zero, 12,5 e 25 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio (CRUSCIOL et al., 2003), na qualidade de sementes, demonstrou que não houve efeito significativo na germinação de sementes e primeira

contagem de germinação entre as doses de nitrogênio aplicado. Este fato corrobora as informações encontradas neste experimento.

Sementes de tomate submetido à solução nutritiva completa, solução nutritiva completa sem o nitrogênio e somente água, observou-se que, pelo TG e PCG, os tratamentos não afetaram a qualidade das sementes. No entanto, o IVG foi maior na solução nutritiva completa do que nos demais tratamentos, sendo um indicativo da melhor qualidade daquelas provenientes da solução nutritiva completa (Tabela 1).

Com relação ao acúmulo de biomassa vegetal das plântulas obtidas a partir das sementes semeadas no germinador, também não mostraram diferenças significativas entre os tratamentos, tanto na massa fresca quanto na massa seca (Tabela 2).

Tabela 2 – Massas fresca (MF) e seca (MS), comprimento da parte aérea (PA) e do sistema radicular (SR) de plântulas de tomate, submetidas as diferentes soluções nutritivas e água, 14 dias após a semeadura

Tratamentos	MF (mg plântula <sup>-1</sup> )	MS (mg plântula <sup>-1</sup> )	PA (mm plântula <sup>-1</sup> )	SR
Completa	40,6 A*	1,85 A	85,0 A	26,1 B
Sem N	34,2 A	1,67 A	69,4 B	40,6 A
Água	34,6 A	1,27 A	67,1 B	17,1 C
CV (%)	8,02	8,80	3,39	9,18

\*Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo Teste de Tuckey à 5% de probabilidade de erro.

O comprimento da parte aérea das plântulas teve maior extensão quando suprida pela solução nutritiva completa. Enquanto que o sistema radicular teve maior comprimento na presença da solução nutritiva sem nitrogênio, seguida da solução nutritiva completa e água (Tabela 2). Normalmente, o estresse causado pelo déficit desse elemento mineral produz redução maior na parte aérea do que no sistema radicular, em virtude da necessidade de priorizar maior crescimento do sistema radicular para explorar maior volume de solo.

O comprimento de plântulas de tomateiro foi influenciado pelas soluções aplicadas, entretanto este aumento não propiciou incremento na biomassa vegetal.

A condutividade elétrica das sementes de tomate após três horas de incubação foi maior na solução nutritiva sem nitrogênio, seguido da solução

nutritiva completa e água. Entretanto, após 24 horas de incubação nenhuma diferença significativa foi constatada entre os tratamentos (Tabela 3). Como um dos primeiros sinais de deterioração das sementes é a degradação das membranas (DELOUCHE & BASKIN, 1973), o maior valor da condutividade elétrica do exsudato das sementes de tomate na solução nutritiva completa e solução nutritiva sem nitrogênio, às três horas de incubação, poderia ser indicativo de que o teste estaria prevendo antecipadamente a perda de vigor destas sementes pelo efeito das soluções na velocidade de reorganização das membranas celulares. No entanto, 24 horas após a incubação não mais foi observado efeito significativo entre os tratamentos, podendo-se inferir que sementes de tomate têm capacidade de reorganizarem suas membranas celulares após determinado período de tempo, evitando a perda de líquidos para o meio.

Tabela 3 – Condutividade elétrica (CE) das sementes de tomate, submetidas às diferentes soluções nutritivas e água

Tratamentos	CE ( $\mu\text{S m}^{-1}\text{g}^{-1}$ )	
	3 h	24 h
Completa	1200 B*	2256 A
Sem N	1366 A	2440 A
Água	341 C	2426 A
CV (%)	3,04	18,30

\*Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo Teste de Tuckey à 5% de probabilidade de erro.

A porcentagem de emergência em casa de vegetação e o índice de velocidade de emergência não foram influenciados pelos diferentes tratamentos (Tabela 4).

Tabela 4 – Porcentagem de emergência de plântulas (E), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento da parte aérea (PA) e sistema radicular (SR) das plântulas, área foliar (AF) e número de folhas (NF) por planta avaliados após 21 dias da semeadura, em casa de vegetação, nas soluções nutritivas analisadas e água

Tratamentos	E (%)	IVE	PA (mm plântula <sup>-1</sup> )	SR (mm <sup>2</sup> plântula <sup>-1</sup> )	AF (mm <sup>2</sup> plântula <sup>-1</sup> )	NF
Completa	79,79 A*	5,66 A	62,2 A	164,1 B	1281,2 A	2,66 A
Sem N	78,54 A	5,52 A	47,0 B	184,6 A	788,6 B	2,20 A
Água	76,04 A	5,39 A	46,0 B	194,2 A	500,4 B	2,13 A
CV (%)	5,45	6,83	7,54	1,71	13,77	9,15

\*Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo Teste de Tuckey à 5% de probabilidade de erro.

O comprimento da parte aérea de plântulas, após 21 dias da semeadura em casa de vegetação, foi influenciado pela solução nutritiva completa, sendo mais eficaz, resposta que concorda com os dados encontrados em laboratório. Enquanto, que a aplicação da solução nutritiva completa diminuiu o comprimento das raízes (Tabela 4).

MELO et al. (2005) em trabalho avaliando o efeito do fósforo e nitrogênio em umbuzeiro, nas doses de zero, 50, 100 e 150 kg ha<sup>-1</sup>, de N e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, respectivamente, observou que o ganho médio em altura das plantas apresentou um comportamento quadrático na presença das doses de nitrogênio. No presente trabalho, pode-se inferir que a solução nutritiva completa (na qual o nitrogênio se faz presente) exibiu maior altura na parte aérea das plântulas de tomateiro do que a solução nutritiva na ausência deste nutriente. Estes resultados evidenciam a participação deste nutriente na constituição de proteínas essenciais ao crescimento vegetal (MOORBY & BESFORD, 1983).

A área foliar foi maior quando fornecida a solução nutritiva completa. Ao passo que o número de folhas não foi influenciado pelos tratamentos aplicados (Tabela 4).

Na massa fresca da parte aérea, as plântulas tiveram maior incremento quando submetidas à solução nutritiva completa, em contraposição o menor incremento se deu no tratamento com água. Na massa fresca das raízes, da mesma forma, houve maior incremento de biomassa na solução nutritiva completa (Tabela 5).

Tabela 5 – Massas fresca (MF) e seca (MS) da parte aérea (PA) e do sistema radicular (SR) de plântulas de tomateiro, submetidas as diferentes soluções nutritivas e água, após 21 dias da semeadura em casa de vegetação

Tratamentos	MF (mg plântula <sup>-1</sup> )		MS (mg plântula <sup>-1</sup> )	
	PA	SR	PA	SR
Completa	637,0 A*	230,0 A	58,0 A	20,0 A
Sem N	444,0 AB	120,0 B	40,0 B	14,1 AB
Água	347,0 B	143,0 B	30,0 B	8,5 B
CV (%)	12,80	15,10	6,92	14,24

\*Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo Teste de Tuckey à 5% de probabilidade de erro.

Trabalhos com diferentes cultivares de alface, utilizando cinco doses de nitrogênio (zero; 141,5; 283; 566 e 1132 mg vaso<sup>-1</sup>) mostram que a adubação nitrogenada aumenta de forma quadrática a produção de matéria fresca da parte aérea (MANTOVANI et al., 2005). Da mesma forma, no presente experimento, a presença do nutriente nitrogênio (solução nutritiva completa) teve o melhor desempenho no que diz respeito à biomassa fresca da parte aérea das plântulas de tomateiro do que as plantas que foram expostas ao tratamento com água (Tabela 5).

A massa seca, tanto na parte aérea quanto na raiz, foi significativamente maior na solução nutritiva completa (Tabela 5).

Os resultados de área foliar, massa fresca e massa seca da parte aérea e raízes (Tabelas 4 e 5) tiveram resultados concordantes, visto que a solução nutritiva completa foi o melhor tratamento para estes quatro parâmetros analisados. Isto é baseado, quanto maior a área foliar da planta, maior é a taxa fotossintética, e, conseqüentemente, maior o incremento de fotoassimilados para produzir biomassa.

As concentrações de pigmentos, tanto de clorofilas quanto de carotenóides, não foram afetadas por nenhum dos tratamentos aplicados (Tabela 6). Este resultado difere do esperado, pois como se sabe o nitrogênio é constituinte da molécula de clorofila (MALAVOLTA et al., 1997), portanto, a presença ou não deste nutriente deveria influenciar a concentração da clorofila. Talvez, o período de tempo (em dias) até a avaliação dos teores de pigmentos tenha sido insuficiente para provocar alguma alteração.

Tabela 6 – Teor de clorofilas e carotenóides nas plântulas de tomateiro, aos 21 dias de semeadura, sob os tratamentos analisados

Tratamentos	Clorofila a	Clorofila b	Clorofila Total	Carotenóides
	(mg g <sup>-1</sup> MF)			
Completa	0,52 A*	0,23 A	0,73 A	0,18 A
Sem N	0,45 A	0,16 A	0,61 A	0,15 A
Água	0,45 A	0,18 A	0,62 A	0,16 A
CV (%)	10,63	11,10	10,55	9,48

\*Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo Teste de Tuckey à 5% de probabilidade de erro.

## EXPERIMENTO II: ausência do macronutriente fósforo

A porcentagem de germinação (TG) das sementes de tomateiro não foi afetada pela presença da solução nutritiva completa e água. No entanto, a ausência de fósforo provocou pequeno decréscimo na viabilidade das mesmas (Tabela 7).

Tabela 7 – Efeito das diferentes soluções nutritivas na porcentagem de germinação (TG), primeira contagem de germinação (PCG), e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de tomate

Tratamentos	TG (%)	PCG (%)	IVG
Completa	93,66 AB*	92,00 A	16,88 A
Sem P	92,66 B	91,83 A	13,07 B
Água	96,33 A	94,00 A	15,60 A
CV (%)	1,53	1,37	4,76

\* Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo Teste de Tuckey a 5% de probabilidade de erro.

O índice de velocidade de germinação (IVG), da mesma forma que no TG, a solução nutritiva sem P, influenciou negativamente o vigor das sementes (Tabela 7). A PCG não obteve resultados significativos entre os tratamentos, demonstrando neste teste, que o vigor das sementes não foi influenciado pelas soluções utilizadas (Tabela 7).

Normalmente, as sementes possuem quantidades de fósforo (P) armazenado na forma de fitina, que são mobilizados nos estádios iniciais da germinação para o crescimento da plântula, mostrada pelo PCG (Tabela 7).

Trabalhos com embebição de sementes de soja em solução de fosfato de potássio, utilizando três métodos de embebição (contato com substrato úmido, imersão em solução e imersão em solução a vácuo) e cinco concentrações da solução, demonstraram que o método do substrato úmido provoca menores prejuízos à qualidade fisiológica inicial das sementes (ROSSETTO, 2002). Entretanto, a embebição de sementes de tomate pelo método do substrato úmido, neste estudo, alterou negativamente a qualidade fisiológica de sementes submetidas a solução de Hoagland sem P, como se pode observar nos dados referentes ao TG e ao IVG.

O teste de germinação é o método mais usado para avaliar a qualidade fisiológica de sementes, embora tenha suas limitações, pois as condições para a germinação são próximas às mais adequadas (BRAGANTINI, 1996).

A primeira contagem de germinação pode ser considerada um teste de vigor, pois a velocidade da germinação é reduzida com o avanço da deterioração da semente (BARROS et al., 2002).

Os dados referentes à massa fresca não foram significativos, enquanto que na massa seca o tratamento sem solução nutritiva exibiu valores inferiores aos demais tratamentos (Tabela 8).

Tabela 8 – Massas fresca (MF) e seca (MS), comprimento da parte aérea (PA) e do sistema radicular (SR) de plântulas de tomate, submetidas as diferentes soluções nutritivas e água, 14 dias após a semeadura

Tratamentos	MF (mg/plântula <sup>-1</sup> )	MS (mg plântula <sup>-1</sup> )	PA (mm plântula <sup>-1</sup> )	SR
Completa	45,2 A*	4,67 A	97,1 A	41,6 A
Sem P	40,1 A	4,00 A	79,3 B	24,7 C
Água	40,0 A	3,00 B	78,9 B	29,9 B
CV (%)	8,35	8,57	6,54	5,54

\* Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo Teste de Tuckey à 5% de probabilidade de erro.

No comprimento de plântulas, a PA foi maior na presença de solução nutritiva completa. O comprimento do sistema radicular também atingiu maiores índices na presença de solução nutritiva completa, seguido da ausência de solução nutritiva e solução nutritiva sem P (Tabela 8). Estes resultados estão de acordo com GRANT (2001), onde o aumento da concentração de fósforo na

semente pode ser usado para melhorar o suprimento de fósforo no início do ciclo, e aumentar o crescimento subsequente da planta.

A solução nutritiva sem P e a água limitaram o crescimento das raízes. Da mesma forma, em feijão, a imersão das sementes em 100mM de solução de  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  (por duas horas) favoreceu o crescimento da raiz primária (TEIXEIRA, 1995).

Trabalhos com feijão, avaliando o efeito de teores de fósforo na semente sobre algumas características de crescimento das plantas, sob solo com e sem limitação de P, demonstraram que o teor de P das folhas aumentava em função do teor de P aplicado às sementes, em solo sem adubação fosfatada (BARROS, 2002). Este fato deve estar relacionado ao maior vigor apresentado pelas plantas originárias de maior aplicação de P nas sementes, em virtude do maior suprimento de P as raízes dessas plantas podem ter explorado maior volume de solo, aumentando a capacidade de absorção de P (BARROS, 2002).

O vigor das sementes de tomate, avaliado pela CE, respondeu negativamente a solução nutritiva sem P (Tabela 9), nos tempos de três e 24 horas.

Tabela 9 – Condutividade elétrica (CE) das sementes de tomate, submetidas às diferentes soluções nutritivas e água

Tratamentos	CE ( $\mu\text{S m}^{-1}\text{g}^{-1}$ )	
	3 h	24 h
Completa	1200 B*	2256 B
Sem P	2647A	3972 A
Água	341C	2426 B
CV (%)	5,60	4,17

\* Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo Teste de Tuckey a 5% de probabilidade de erro.

O fósforo é um dos componentes químicos capazes de afetar o vigor das sementes e conseqüentemente o potencial produtivo da planta (SILVA et al., 2003). Baseado no modelo do mosaico fluido, todas as membranas celulares apresentam a mesma organização molecular básica, que consiste em uma bicamada de fosfolipídeos na qual as proteínas estão envolvidas (TAIZ & ZEIGER, 2004). Devido à importância do fósforo na constituição das membranas celulares, a ausência deste elemento na solução nutritiva, propiciou maior dano ao sistema de membranas, o que diminui a velocidade de reorganização das mesmas, ocasionando redução no vigor das sementes.



MARUBAYASHI et al. (1997) trabalhando com adubação fosfatada na produção e qualidade de sementes de populações de amendoim, obteve maior vigor no teste condutividade elétrica com a maior dose de P, enquanto que a dose intermediária, assim como a testemunha, apresentou maiores índices de condutividade elétrica, exibindo, portanto, sementes menos vigorosas. Da mesma forma, no presente experimento, a solução nutritiva sem P teve maiores índices de condutividade elétrica, o que se traduziu em sementes menos vigorosas.

A porcentagem de emergência e o índice de velocidade de emergência de plântulas não foram influenciados pelos tratamentos aplicados (Tabela 10).

Tabela 10 – Porcentagem de emergência de plântulas (E), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento da parte aérea (PA) e do sistema radicular (SR) de plântulas, área foliar (AF) e número de folhas (NF) por planta avaliados após 21 dias da semeadura, em casa de vegetação, nas soluções nutritivas analisadas e água

Tratamentos	E (%)	IVE	PA (mm plântula <sup>-1</sup> )	SR (mm <sup>2</sup> plântula <sup>-1</sup> )	AF (mm <sup>2</sup> plântula <sup>-1</sup> )	NF
Completa	90,20 A*	4,59 A	35,7 A	147,2 A	1664 A	2,6 A
Sem P	83,75 A	4,12 A	33,5 A	160,5 A	975 B	2,3 B
Água	82,08 A	3,85 A	25,6 B	138,8 A	405 C	2,2 B
CV (%)	6,21	7,65	5,27	10,47	11,96	2,99

\* Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo Teste de Tuckey a 5% de probabilidade de erro.

O comprimento das plântulas, medido após 21 dias, demonstrou que a PA no tratamento com água foi significativamente menor que nos demais tratamentos, enquanto, as raízes não apresentaram diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos (Tabela 10).

A área foliar foi influenciada pelas soluções aplicadas, onde houve maior incremento nas medidas de área foliar na solução completa, seguida da solução sem P, e por último, o tratamento com água. Também o número de folhas por planta foi significativamente superior na solução nutritiva completa (Tabela 10).

Em estudos realizados com capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq.), espécie forrageira, onde foram avaliadas cinco doses de fósforo, a área foliar aumentou em função das dosagens aplicadas, seguindo o modelo de regressão quadrática (MANDARIN, 2005). Embora o presente experimento não tenha trabalhado com doses de fósforo, e sim com a presença e ausência deste

elemento, pode-se inferir que os resultados obtidos concordam com os de MANDARIN (2005), porque a presença do nutriente aumentou a área foliar do tomateiro.

Ressalta-se que o tratamento com água apresentou a menor área foliar, visto que além do fósforo, este tratamento tem carência nos demais nutrientes necessários ao bom desenvolvimento da planta.

O acúmulo de biomassa pelas plantas, parte aérea (PA) e das raízes após 21 dias da semeadura em casa-de-vegetação, mostrou maior incremento na massa fresca, nos referidos tratamentos, em ordem decrescente: solução completa, sem P e água (Tabela 11). Este maior acúmulo de massa fresca (parte aérea) na solução completa, concorda com os resultados obtidos na área foliar e número de folhas, pois quanto maior a área foliar, maior a fotossíntese e, conseqüentemente, maior o acúmulo de biomassa.

Tabela 11 – Massas fresca (MF) e seca (MS) da parte aérea (PA) e do sistema radicular (SR) de plântulas de tomateiro, submetidas as diferentes soluções nutritivas e água, após 21 dias da semeadura em casa de vegetação

Tratamentos	MF (mg plântula <sup>-1</sup> )		MS (mg plântula <sup>-1</sup> )	
	PA	SR	PA	SR
Completa	697,50 A*	510,50 A	85,10 A	54,40 A
Sem P	555,00 B	287,00 B	46,75 B	15,57 B
Água	192,00 C	97,50 C	25,40 C	7,30 B
CV %	6,47	18,03	8,94	22,68

\* Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo Teste de Tuckey à 5% de probabilidade de erro.

O acúmulo de massa seca na PA seguiu o mesmo modelo da massa fresca, enquanto que na raiz o aumento de massa seca foi maior na solução completa em comparação aos outros tratamentos (Tabela 11).

Trabalhos com omissão de nutrientes em gravioleiras (*Annona muricata* L.) mostraram que, os tratamentos que mais afetaram a massa seca total foram às omissões de nitrogênio, de cálcio e posteriormente de fósforo (BATISTA et al., 2003). O fornecimento de doses adequadas de fósforo, desde o início do desenvolvimento vegetal, estimula o desenvolvimento radicular, sendo essencial para a formação dos primórdios das partes reprodutivas, para a boa formação dos frutos, e, em geral, incrementa a produção nas culturas (RAIJ, 1991). A falta de P no início do desenvolvimento restringe o crescimento, sendo que tem muito maior

impacto na produção da cultura do que o período mais tardio do ciclo (GRANT, 2001). BOATWRIGHT & VIETS (1966), em pesquisa conduzida com trigo, usando solução nutritiva, mostrou que a máxima produção de perfilhos foi obtida quando o fósforo foi fornecido nas primeiras quatro semanas de crescimento.

O teor de clorofilas diminuiu no tratamento com água, enquanto que a solução nutritiva completa e a sem P não exibiram diferenças significativas entre si. (Tabela 12). Portanto, a concentração de pigmentos não foi influenciada pela ausência de fósforo, visto que apenas o tratamento com água afetou negativamente o conteúdo da clorofila das plântulas de tomate.

Tabela 12 – Teor de clorofilas e carotenóides nas plântulas de tomateiro, após 21 dias de cultivo em casa-de-vegetação, sob as soluções nutritivas analisadas e água

Tratamentos	Clorofila a	Clorofila b	Clorofila Total	Carotenóides
	mg g <sup>-1</sup> MF			
Completa	0,63 A*	0,28 A	0,9 A	0,21 A
Sem P	0,63 A	0,28 A	0,91 A	0,21 A
Água	0,33 B	0,14 B	0,47 B	0,17 A
CV (%)	9,02	10,38	9,44	10,89

\* Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo Teste de Tuckey à 5% de probabilidade de erro.

Os pigmentos carotenóides não foram influenciados pelos tratamentos aplicados (Tabela 12).

### **EXPERIMENTO III: ausência do macronutriente potássio**

A qualidade fisiológica de sementes sob condições controladas não foi influenciada pelos tratamentos utilizados (Tabela 13).

Tabela 13 – Porcentagem de germinação (TG), primeira contagem de germinação (PCG), e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de tomate, submetidas as soluções nutritivas e água

Tratamentos	TG (%)	PCG (%)	IVG
Completa	90,66 A*	89,33 A	16,58 A
Sem K	90,50 A	87,50 A	15,59 A
Água	88,16 A	86,50 A	17,02 A
CV (%)	2,22	2,51	9,05

\* Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo Teste de Tuckey à 5% de probabilidade de erro.

A adubação potássica em canola demonstrou que o potássio não teve efeitos sobre a germinação de sementes efetuada logo após a colheita. Efeitos benéficos da adubação com potássio, se fizeram notar somente após seis meses de armazenamento das sementes (ROSSETTO, 1997).

O acúmulo de massa fresca foi maior na água do que na solução nutritiva sem K, enquanto que a solução nutritiva completa exibiu valores intermediários entre as referidas soluções. Enquanto, a quantidade de massa seca foi maior na solução nutritiva completa do que nos demais tratamentos (Tabela 14).

Tabela 14 – Massas fresca (MF) e seca (MS), comprimento da parte aérea (PA) e do sistema radicular (SR) de plântulas de tomate, submetidas as diferentes soluções nutritivas e água, 14 dias após a semeadura

Tratamentos	MF (mg plântula <sup>-1</sup> )	MS (mg plântula <sup>-1</sup> )	PA (mm plântula <sup>-1</sup> )	SR
Completa	30,77 AB*	1,37 A	69,6 A	36,7 A
Sem K	25,30 B	0,97 B	68,2 A	38,6 A
Água	33,23 A	0,93 B	68,2 A	23,2 B
CV (%)	9,15	7,50	6,22	10,44

\* Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo Teste de Tuckey à 5% de probabilidade de erro.

A determinação da massa fresca é mais suscetível ao erro, visto que a quantidade de água da planta varia de acordo com o período do dia em que foi coletada a amostra. Esse fato poderia explicar os resultados contraditórios encontrados neste trabalho, no que tange a massa fresca e seca de plântulas de tomateiro.

Com relação ao comprimento de plântulas, percebe-se que a parte aérea não foi afetada pelos tratamentos aplicados (Tabela 14). Este resultado também foi encontrado em trabalhos com adubação potássica em arroz, onde se observou que a adubação potássica não teve influencia na altura das plantas (SILVA et al.,

2002). Enquanto que nas raízes, o tratamento com água mostrou-se prejudicial ao pleno desenvolvimento das mesmas (Tabela 14), demonstrando que além do potássio os demais nutrientes são importantes para o desenvolvimento das mesmas.

O vigor das sementes também foi avaliado pelo teste de condutividade elétrica, onde após três horas de incubação, a solução nutritiva completa e a solução nutritiva sem K exibiram maior condutividade elétrica, o que demonstra maior desorganização do sistema de membranas e, conseqüentemente, maior lixiviação de eletrólitos, o que por sua vez infere que as sementes submetidas a estes tratamentos são menos vigorosas do que as sementes submetidas ao tratamento com água. Após 24 horas de incubação, a condutividade elétrica não sofreu alteração em função das soluções aplicadas (Tabela 15).

Tabela 15 – Condutividade elétrica (CE) das sementes de tomate, submetidas as diferentes soluções nutritivas e água

Tratamentos	CE ( $\mu\text{S m}^{-1}\text{g}^{-1}$ )	
	3 h	24 h
Completa	1200 A*	2256 A
Sem K	1307 A	2723 A
Água	341 B	2426 A
CV (%)	9,73	9,30

\* Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo Teste de Tuckey à 5% de probabilidade de erro.

A porcentagem de emergência de plântulas não foi influenciada pelas soluções aplicadas. O índice de velocidade de emergência foi maior na solução nutritiva sem K do que na solução completa (Tabela 16).

Tabela 16 – Porcentagem de emergência de plântulas (E), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento da parte aérea (PA) e da raiz (SR) das plântulas, área foliar (AF) e número de folhas (NF) por planta avaliados após 21 dias da semeadura, em casa de vegetação, nas soluções nutritivas analisadas e água

Tratamento	E (%)	IVE	PA		SR	AF ( $\text{mm}^2 \text{plântula}^{-1}$ )	NF
			(mm plântula <sup>-1</sup> )				
Completa	81,56 A*	4,93 B	64,6 A	146,5 A	1452,6 A	2,83 A	
Sem K	83,13 A	5,87 A	39,1 B	152,3 A	714,3 B	2,23 B	
Água	85,00 A	5,43 AB	34,9 B	161,1 A	183,9 C	2,00 C	
CV (%)	3,33	5,49	6,63	9,11	5,15	3,16	

\*Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo Teste de Tuckey à 5% de probabilidade de erro.

Quanto ao comprimento de plântulas, a solução nutritiva completa exibiu maior comprimento de parte aérea. Enquanto que não houve diferenças quanto ao comprimento de raízes nos tratamentos aplicados (Tabela 16).

A medida de área foliar e o número de folhas foram maiores na solução nutritiva completa, seguido da solução nutritiva sem K e água (Tabela 16).

A área foliar (AF) do maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* Sims) é influenciada pelas doses de potássio (0; 75; 150; 225; 300 mg dm<sup>-3</sup>) aplicadas, as menores doses de K (0; 75 e 150 mg dm<sup>-3</sup>) aumentam a AF, sendo que as doses mais elevadas (225 e 300 mg dm<sup>-3</sup>) reduzem a AF, porém sem exibir sintomas de fitotoxicidade (PRADO et al., 2004).

No presente experimento, pode-se dizer que a única dose de potássio aplicada (solução completa) favoreceu a expansão da área foliar e do número de folhas de plântulas de tomateiro, sendo que a área foliar da solução nutritiva completa foi o dobro dos valores encontrados na solução nutritiva sem potássio e cerca de oito vezes ao do tratamento água.

A matéria fresca (MF) e seca (MS) do tomateiro, tanto da parte aérea (PA) quanto das raízes (SR), determinadas aos 21 dias da instalação do experimento, foram significativamente maiores na solução nutritiva completa, seguido da solução nutritiva sem K e água (Tabela 17).

Tabela 17 – Massas fresca (MF) e seca (MS) da parte aérea (PA) e do sistema radicular (SR) de plântulas de tomateiro, submetido as diferentes soluções nutritivas e água, após 21 dias da semeadura em casa de vegetação

Tratamentos	MF (mg plântula <sup>-1</sup> )		MS (mg plântula <sup>-1</sup> )	
	PA	SR	PA	SR
Completa	885,4 A*	348,0 A	109,0 A	30,1 A
Sem K	429,5 B	195,0 B	48,0 B	17,8 B
Água	204,7 C	103,0 C	24,0 C	6,4 C
CV (%)	5,65	5,76	9,38	10,39

\*Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo Teste de Tuckey à 5% de probabilidade de erro.

Trabalhando com deficiência nutricional em mudas de *Acacia holosericea* A. Cunn. ex G. Don, SARCINELLI et al. (2004) observaram que ocorre decréscimo no acúmulo de matéria seca total na seguinte ordem: déficits de N,

Mg, K, S, Solução nutritiva completa, e déficit de P. Portanto, o K é o terceiro nutriente mineral que mais limita o acúmulo de massa seca total.

As doses de potássio influenciam significativamente a produção de matéria seca da parte aérea de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf, sendo que as respostas obedeceram a uma relação quadrática entre as doses de potássio fornecido e o acúmulo de MS (MATTOS, 1998).

O teor de clorofila *a* e o conteúdo de clorofila total foram significativamente, maiores nas duas condições de solução nutritiva do que no tratamento com água. Enquanto o teor de clorofila *b* não foi afetado pelos diferentes tratamentos. Por outro lado, o teor de carotenóides não foi afetado pelos tratamentos (Tabela 18).

Tabela 18 – Teor de clorofilas e carotenóides nas plântulas de tomateiro, após 21 dias de semeadura, sob os tratamentos analisados

Tratamentos	Clorofila <i>a</i>	Clorofila <i>b</i>	Clorofila Total	Carotenóides
			mg g <sup>-1</sup> MF	
Completa	0,55 A*	0,23 A	0,82 A	0,19 A
Sem K	0,56 A	0,20 A	0,73 A	0,21 A
Água	0,40 B	0,18 A	0,58 B	0,16 A
CV (%)	10,02	11,53	4,86	12,68

\* Médias seguidas de letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo Teste de Tuckey à 5% de probabilidade de erro.

Sabe-se que a deficiência de potássio, assim com a de nitrogênio, pode provocar a clorose das folhas mais velhas, influenciando na concentração de clorofila da planta. Entretanto, neste trabalho, a falta de potássio na solução nutritiva não influenciou o teor de clorofilas, visto que as duas condições de solução nutritiva foram capazes de aumentar o conteúdo deste pigmento. Evidenciando desta forma, que vários nutrientes, além do potássio, são importantes no acúmulo de clorofilas.

Em laminas de folhas recém expandidas do *Panicum maximum* Jacq., a leitura de clorofila realizada através do Chlorophyll Meter SPAD-502, não revelou variações significativas entre as doses de potássio (0; 9,75; 39; 156; 234; 312 e 468 mg L<sup>-1</sup>) analisadas (PEREIRA, 2001).

## **CONCLUSÕES**

O desempenho fisiológico, expresso pelo vigor das sementes e crescimento das plântulas de tomateiro são favorecidos pela presença de solução nutritiva completa.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, E.U.; OLIVEIRA, A.P.; BRUNO, R.L.A.; SADER, R.; ALVES, A.U. Rendimento e qualidade fisiológica de sementes de coentro cultivado com adubação orgânica e mineral. **Revista Brasileira de Sementes**, v.27, n.1, p.132-137, 2005.

ARNON, D. I.; Copper enzymes in isolated chloroplast. Polyphenol oxidases in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, v.24, p.1-14, 1949.

BARROS, D.I.; NUNES, H.V.; DIAS, D.C.F.S.; BHERING, M.C. Comparação entre testes de vigor para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de tomate. **Revista Brasileira de Sementes**, v.24, n.2, p.12-16, 2002.

BATISTA, M.M.F.; VIÉGAS, I.J.M.; FRAZÃO, D.A.C.; THOMAZ, M.A.A.; SILVA, R.C.L. Efeito da omissão de macronutrientes no crescimento, nos sintomas de deficiências nutricionais e na composição mineral em gravioleira (*Annona muricata*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v.25, n.2, p.315-318, 2003.

BRAGANTINI, C. Produção de sementes. In: ARAÚJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F. & ZIMMERMANN, M.J., eds. **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. POTAFOS, Piracicaba, 1996. p.639-667.

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365 p.

BOATWRIGHT, G.O.; VIETS, Jr., F.G. Phosphorous absorption during various growth stages of spring wheat and intermediate wheatgrass. **Agronomy Journal**, v.58, p.185-188, 1966.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.

CRUSCIOL, C.A.C; LIMA, E.D.; ANDREOTTI, M.; NAKAGAWA, J.; LEMOS, L.B.; MARUBAYASHI, O.M. Efeito do nitrogênio sobre a qualidade fisiológica, produtividade e características de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, v.25, n.1, p.108-115, 2003.

DELOUCHE, J.C. & BASKIN, C.C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.1, n.2, p. 427-452, 1973.

GRANT, C.A.; FLATEN, D.N.; TOMASIEWICZ, D.J.; SHEPPARD, S.C. A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n.95, 2001.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em <http://www.sidra.ibge.gov.br> Acesso em Março de 2007.

IMOLES, A.S.; VON PINHO, R.G.; VIEIRA, M.G.G.C.; CORRÊA, R.S.B. Influência da adubação nitrogenada na qualidade fisiológica da sementes de milho. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.25, n.5, p.1119-1126, 2001.

HOAGLAND, D.R.; ARNON, D.I. **The water culture method for growing plants without soils**. California Agricultural Experimental Station, 1938, circ.347, p.1-39.

LICHTENTHALER, H.K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. **Methods in Enzymology**, v.148, p.350-382, 1987.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination and in selection and evaluation for seedlings emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p.176-177, 1962.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2 Ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319 p.

MANDARIN, S.A. **Combinações de doses de fósforo e de zinco em solução nutritiva para o capim-tanzânia**. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2005 (Dissertação de Mestrado).

MANTOVANI, J.R.; FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. Produção de alface e acúmulo de nitrato em função da adubação nitrogenada. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.3, p.758-762, 2005.

MARUBAYASHI, O.M.; ROSOLEN, C.A.; NAKAGAWA, J.; ZANOTTO, M.D. Adubação fosfatada, produção e qualidade de sementes de populações de amendoim. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.9, p.885-892, 1997.

MATTOS, W.T.; MONTEIRO, F.A. Respostas de *Braquiaria brizantha* a doses de potássio. **Scientia agricola**, v. 55, n.3, 1998.

MELO, A.S.; GOIS, M.P.P.; BRITO, M.E.B.; VIÉGAS, P.R.A.; ARAÚJO, F.P.; MÉLO, D.L.M.F.; MENDONÇA, M.C. Desenvolvimento de porta-enxertos de umbuzeiros em resposta à adubação com nitrogênio e fósforo. **Ciência Rural**, v.35, n.2, p.324-331, 2005.

MOORBY, J.; BESFORD, R.T. Mineral nutrition and growth. In: GÖTTING, A.P.; HARVARD, M.H. **Inorganic plant nutrition**. Berlin: Springer-Verlag, 1983. v.15B, p.481-427.

NAGAI, H. Avanços obtidos com o melhoramento genético do tomate no Brasil. In: **Encontro nacional de produção e abastecimento de tomate**, 1, Viçosa, 1989. Anais. Viçosa: UFV 1989. p.88-107.

OLIVEIRA, A.P.; ALVES, E.U.; BRUNO, R.L.<sup>ª</sup>B.; BRUNO, G.B. Produção e qualidade de sementes de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) cultivado com esterco bovino e adubo mineral. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, n.2, p.102-108, 2000.

PEREIRA, W.L.M. **Doses de potássio e magnésio em solução nutritiva para capim-mombaça**. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2001. 124 p. (Tese de Doutorado).

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília, AGIPLAN, 1985. 289 p.

PRADO, R.M.; BRAGHIROLI, L.F.; NATALE, W.; CORRÊA, M.C.M.; ALMEIDA, E.V. Aplicação de potássio no estado nutricional e na produção de matéria seca de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.26. n. 2, p.295-299, 2004.

RAIJ, B. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres/Potafos, 1991. 343 p.

ROSSETTO, C.A.V.; NAKAGAWA, J.; ROSOLEM, C.A. Efeito da adubação potássica e da época de colheita na qualidade fisiológica de sementes de canola (*Brassica napus* L. var. *oleifera* Metzg.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.19, n.2, p.348-353, 1997.

ROSSETTO, C.A.V.; KAUFMANN, L.; JACOB-NETO, J.; FRANCO, A.A. Embebição de sementes de soja em solução de fosfato de potássio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, p.385-392, 2002.

SARCINELLI, T.S.; RIBEIRO JÚNIOR, E.M.; DIAS, L.E.; LYNCH, L.S. Sintomas de deficiência nutricional em mudas de *Acacia holosericea* em resposta a omissão de macronutrientes. **Revista Árvore**, Viçosa, v.28, n. 2, p.173-181, 2004.

SASAKI, J.L.S.; SENO, S. Importância da adubação na qualidade de algumas olerícolas (alho, cebola, couve-flor, pimentão e tomate). IN: SÁ, M. E.; BUZZETI, S. (Coord.) **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas**. São Paulo: Ícone, 1994. Cap. 19, p.331-343.

SILVA, R. J. S.; VAHL, L.C.; PESKE, S.T. Rendimento de grãos no feijoeiro em função dos teores de fósforo nas sementes. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.9, n.3, p.247-250, 2003.

SILVA, T.R.B.; SORATTO, R.P.; OZEKI, M.; ARF, O. Manejo da época de aplicação da adubação potássica em arroz de terras altas irrigado por aspersão em solo de cerrado. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.24, n.5, p.1455-1460, 2002.

TAIZ, L. ; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Ed: Artmed, 3ª edição, São Paulo – SP, 2004. 719 p.

TAKAZAKI, P.E; DELLA VECCHIA, P.T. Problemas nutricionais e fisiológicos no cultivo de hortaliças em ambiente protegido. In: FERREIRA, M.E.; CASTELLANE, P.D.; CRUZ, M.C.P. **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba: Potafós, 1993. p.481-487.

TEIXEIRA, M.G. **Influência do conteúdo de fósforo da semente na nodulação do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Seropédica: UFFRJ, 1995. 205 p. (Tese de Doutorado).

TRANI, P.E.; NUCCI, T.A.; MINAMI, K.; HAAG, H.P. **Nutrição mineral e adubação do tomateiro**. Campinas: IAC, 1994. 67 p. (IAC. Boletim Técnico, 151).

VIEIRA, R.D.; SEDIYAMA, T.; CARVALHO, N.M. Avaliação do efeito de níveis de P e K na qualidade de sementes de soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 4., 1985, Brasília. Resumos. Brasília: ABRATES, 1985. p.209.

ZANIN, A.C.W.; MOTA, I.F. Efeitos de fontes e épocas de aplicação de nitrogênio na produção e qualidade de sementes de quiabeiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.13, n.2, p.167-169, 1995.