

Banca examinadora:

Prof^ª. Dra. Roberta Marins Nogueira Peil: _____
(DFT/FAEM/UFPel)

Prof^ª. Dra. Tatiana da Silva Duarte: _____
(UERGS/Unidade de Cachoeira do Sul)

Dr. Gustavo Schiedeck: _____
(EMBRAPA/Clima Temperado)

Prof. Dr. Carlos Rogério Mauch: _____
(DFT/FAEM/UFPel)

Prof. Dr. Paulo Roberto Grolli: _____
(DFT/FAEM/UFPel)

“... meu corpo é a outra rede, feita de coração, sangue e emoção; deixa passar o que a ciência segura. E segura o que a ciência deixa passar”.

Rubem Alves

Aos meus pais Luis Carlos e Loide, pela vida, amor, dedicação e exemplos de respeito, trabalho, responsabilidade e perseverança.

À minha esposa Renata e meus filhos Bruno e Manuela, pelo carinho, companheirismo e incentivo na realização deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Pelotas pela oportunidade de realizar o curso de Pós-Graduação.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudo.

À professora Roberta Marins Nogueira Peil pela orientação, ensinamentos, amizade, confiança, compreensão e dedicação ao seu trabalho.

À professora Marta Elena González Mendez pela co-orientação, ensinamentos, amizade e incentivo.

Ao professor Carlos Rogério Mauch pela amizade, incentivo, ensinamentos e pela contribuição prestada a minha formação científica.

Aos colegas André Strassburger e Tatiana Duarte pelo companheirismo, amizade, colaboração, apoio e incentivo.

Ao estagiário Leandro Fonseca pela dedicação, colaboração e amizade durante a realização dos experimentos.

A todos colegas e amigos do Curso de Pós-Graduação, pelo convívio e companheirismo.

A minha família pelo apoio e incentivo.

E a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

RESUMO

MONTEZANO, EDUARDO MATOS. D. Sc., Universidade Federal de Pelotas, abril de 2007. **Sistemas de cultivo sem solo para a cultura do meloeiro.** Professora Orientadora: Dra. Roberta Marins Nogueira Peil.

O conhecimento do adequado manejo dos cultivos sem solo seja utilizando substrato ou em sistema hidropônico, desperta um grande interesse quando se propõe sua adoção de forma comercial. Conhecer o comportamento dos cultivos e estabelecer as práticas culturais apropriadas a esta nova situação permitirá melhorar o seu rendimento comercial e minimizar os possíveis impactos dessa atividade agrícola ao ambiente. Portanto, o objetivo do presente trabalho foi estudar dois sistemas de cultivo sem solo (substrato e hidroponia) para a cultura do meloeiro (*Cucumis melo* L.), cv. Hale's Best Jumbo, sob efeito de diferentes números de hastes por planta (uma haste e duas hastes) e três concentrações salinas da solução nutritiva (condutividade elétrica inicial de 0,9; 1,3 e 1,8 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$), em duas épocas de cultivo com diferentes disponibilidades radiativas (primavera-verão e verão-outono). Os experimentos foram realizados em estufa plástica, no Campo Didático e Experimental do Departamento de Fitotecnia da Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel" da Universidade Federal de Pelotas, no período de setembro de 2004 a maio de 2005. No cultivo em substrato, utilizaram-se sacos plásticos com casca de arroz *in natura* para cultivar as plantas, sendo que na hidroponia foi adotada a técnica da lâmina de nutrientes (NFT). A partir dos dados da

matéria fresca e seca acumulada aos 62 e 71 dias após transplante, respectivamente nos cultivos de primavera-verão e verão-outono, para ambos experimentos, foi determinada a produção e a distribuição de biomassa entre as diferentes partes aéreas das plantas, além do consumo hídrico e de nutrientes, bem como, os resíduos gerados e as relações de eficiência e contaminação resultantes de ambos sistemas de cultivo. Considerando os resultados obtidos e as condições em que os experimentos foram conduzidos tem-se que a disponibilidade de radiação solar no período de cultivo exerce forte influência no crescimento, produção e distribuição da biomassa fresca e seca das plantas. O número de hastes afeta a produção e distribuição da matéria fresca e seca das plantas, sendo favorecidas quando conduzidas com haste única, em ambas épocas de cultivo, nos dois sistemas em estudo. Com relação às concentrações de nutrientes da solução nutritiva, conclui-se que no cultivo em substrato de casca de arroz, na primavera-verão, houve uma tendência de incremento da produção de matéria fresca e seca das plantas, à medida que se aumenta a concentração de nutrientes. No sistema hidropônico, em relação à concentração de nutrientes foi observada influência sobre o crescimento da cultura, sendo que a redução de 100% ($1,8 \text{ dS.m}^{-1}$) para 50% ($0,9 \text{ dS.m}^{-1}$), na primavera-verão, e de 100% ($1,8 \text{ dS.m}^{-1}$) para 75% ($1,3 \text{ dS.m}^{-1}$), no verão-outono, não afetou a produção de matéria fresca e seca das plantas por unidade de área. Quanto mais elevada a concentração salina da solução nutritiva, maior o consumo de nutrientes, não sendo clara essa influência no consumo hídrico para as condutividades elétricas estudadas. A maior eficiência e rendimento da cultura associada à contaminação reduzida indicam que o cultivo em substrato de casca de arroz *in natura*, com a solução nutritiva na concentração de nutrientes 100% ($\text{CE} = 1,8 \text{ dS.m}^{-1}$) é o mais adequado na época de primavera-verão.

Palavras-chave: *Cucumis melo* L., substrato de casca de arroz, hidroponia, número de hastes, concentração de nutrientes, consumo de água e de nutrientes, contaminação.

ABSTRACT

MONTEZANO, EDUARDO MATOS. D. Sc., Universidade Federal de Pelotas, abril de 2007. **Soilless cultivation systems for melon crop.** Adviser: Dra. Roberta Marins Nogueira Peil.

Adequate knowledge of the management of soilless cultivation systems, either using substrate or hydropony, arouses great interest when one mentions its usage for commercial purposes. To understand cultivation system behavior while setting up appropriate cultural practices to this new situation will grant a nice improvement on commercial yield, along with minimization of the impact of its consequences on the environment. Therefore, the general aim of this work is to bring under examination the behavior of two soilless cultivation systems (substrate and hydropony) for melon (*Cucumis melo* L.), cv. Hale's Best Jumbo, under the effect of number of shoots by plant (one shoot and two shoots) and three salt concentrations of the nutrient solution (initial electrical conductivity of 0,9; 1,3 and 1,8 dS.m⁻¹), in two cultivation seasons (Spring-Summer and Summer-Autumn). Experiments were set up in a plastic greenhouse located on the Educational and Experimental Field of the Phytotechnical Department, FAEM, UFPel, during the months September, 2004 – May, 2005. For substrate cultivation, plastic bags filled with "*in natura*" rice husk were used for growing the plants, while for the hydroponic system, the nutrient film technique (NFT) was employed. From fresh matter and dry matter data accumulated on the 62nd and 71nd day after transplantation, respectively for the Spring-Summer and Summer-Autumn cultivation seasons, for both plant training systems, biomass yield and distribution were determined

for the different aerial parts of the plant. Similarly, water and nutrient consumption, system residues, efficiency and contamination ratios, were also determined for both systems. Considering the obtained results and the conditions under which the experiments were performed, we observe that solar radiation available in the cultivation period strongly affects growth and plant development, as well as fresh matter production and distribution. Number of shoots also affects plant yield in terms of fresh and dry matter and its distribution. The best results are obtained for one-shoot training system, in both cultivation seasons and both cultivation systems studied. Concerning nutrient concentration at the nutrient solution, we conclude that for cultivation on rice husk substrate, Spring-Summer period, there is a trend, towards an increase in production and distribution of fresh and dry matter of the plants as concentration of nutrients is increased. For the hydroponic system, plant growth was affected by the different salt concentrations of the nutrient solution. However, no relevant influence was noticed concerning the plants fresh and dry matter production by unit of area, when nutrient concentration was reduced from 100% ($1,8 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$) to 50% ($0,9 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$) for the Spring-Summer period, and from 100% ($1,8 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$) down to 75% ($1,3 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$) in the Summer-Autumn cultivation. The higher was salt concentration of the nutrient solution, the higher was nutrient consumption. This relationship however is not clear in the case of water consumption. Most efficiency and production of the crop associated to reduced contamination indicate that cultivation on “*in natura*” rice husk substrate with a 100% ($\text{CE} = 1,8 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$) salt concentration for the nutrient solution is the most suitable setup for Spring-Summer cultivation.

Keywords: *Cucumis melo* L., rice husk substrate, hydropony, number of shoots, nutrient concentration, consumption of water and nutrients, contamination.

SUMÁRIO

PROJETO DE TESE.....	12
1. IDENTIFICAÇÃO.....	13
1.1. Instituição.....	13
1.2. Equipe.....	13
2. ANTECEDENTES E JUSTIFICATIVA.....	14
2.1. Caracterização e relevância do tema.....	14
3. ESTADO ATUAL DOS CONHECIMENTOS.....	19
3.1. O cultivo sem solo.....	19
3.1.1. O cultivo hidropônico	19
3.1.2. O cultivo em substratos	20
3.1.3. Aspectos ambientais e eficiência dos sistemas de cultivo sem solo	23
3.2. A cultura do meloeiro	24
3.2.1. Necessidades hídricas e nutricionais	24
3.2.2. Manejo, produção e distribuição de biomassa.....	26
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	29
4.1. Área experimental e manejo da estufa.....	29
4.2. Experimentos e tratamentos experimentais	29
4.2.1. Condução e manejo dos experimentos	31
4.2.1.1. Produção de mudas.....	31
4.2.1.2. Descrição dos sistemas de cultivo.....	32
4.3. Medidas e avaliações realizadas	39
4.3.1. Monitoramento das soluções nutritivas	39
4.3.2. Temperatura ambiente e umidade relativa do ar	39

4.3.3. Produção e distribuição de biomassa da cultura	40
4.3.4. Consumo hídrico e de nutrientes.....	41
4.3.5. Eficiência no uso da água e dos nutrientes e relações de contaminação dos sistemas de cultivo	42
4.4. Delineamento experimental	42
5. RECURSOS NECESSÁRIOS.....	43
6. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO.....	45
7. DIVULGAÇÃO PREVISTA.....	46
RELATÓRIO DO TRABALHO DE CAMPO.....	47
ARTIGO 1: Crescimento do meloeiro cultivado em casca de arroz: efeito do número de hastes por planta e da concentração de nutrientes da solução nutritiva.....	53
RESUMO	54
ABSTRACT	55
INTRODUÇÃO	56
MATERIAL E MÉTODOS.....	58
RESULTADOS E DISCUSSÃO	61
Efeito do número de hastes por planta.....	62
Efeito da concentração de nutrientes da solução nutritiva	65
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67
TABELAS	70
ARTIGO 2: Crescimento do meloeiro cultivado em sistema hidropônico do tipo NFT: efeito do número de hastes por planta e da concentração de nutrientes da solução nutritiva.....	73
RESUMO	74
ABSTRACT	75
INTRODUÇÃO	75
MATERIAL E MÉTODOS.....	78
RESULTADOS E DISCUSSÃO	81
Efeito do número de hastes por planta.....	83
Efeito da concentração de nutrientes da solução nutritiva	86

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	89
TABELAS.....	93
ARTIGO 3: Consumo hídrico e de nutrientes e aspectos ambientais de sistemas recirculantes para o cultivo sem solo do meloeiro.....	96
RESUMO	97
ABSTRACT	98
INTRODUÇÃO	98
MATERIAL E MÉTODOS.....	101
RESULTADOS E DICUSSÃO.....	105
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	109
TABELAS.....	113
CONCLUSÕES GERAIS.....	116
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	118
APÊNDICES.....	134

PROJETO DE TESE

**SISTEMAS DE CULTIVO SEM SOLO PARA A CULTURA DO
MELOEIRO**

SISTEMAS DE CULTIVO SEM SOLO PARA A CULTURA DO MELOEIRO

1. IDENTIFICAÇÃO

1.1. Instituição: Universidade Federal de Pelotas (UFPel)/Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM)/ Departamento de Fitotecnia.

1.2. Equipe:

- Aluno de Doutorado Eduardo Matos Montezano (UFPel – FAEM, Departamento de Fitotecnia/ Olericultura/ Bolsista CNPq). Coordenador do Projeto.

- Professora Adjunta III Roberta Marins Nogueira Peil (UFPel – FAEM, Departamento de Fitotecnia/ Olericultura). Orientadora.

- Professora Titular Marta Elena Gonzalez Mendez (UFPel – FAEM, Departamento de Fitotecnia/ Climatologia Agrícola). Co-orientadora.

- Aluno de Mestrado André Samuel Strassburger (UFPel – FAEM, Departamento de Fitotecnia/ Olericultura/Bolsista CNPq). Participante.

- Aluno de Graduação em Agronomia Leandro Andrade da Fonseca (UFPel – FAEM, Departamento de Fitotecnia/ Olericultura/Bolsista PIBIC/UFPel). Participante.

- Aluno de Graduação em Agronomia e bolsista de iniciação científica Tiago Zanatta Aumonde (UFPel – FAEM, Departamento de Fitotecnia/ Olericultura/Bolsista PIBIC/CNPq). Participante.

2. ANTECEDENTES E JUSTIFICATIVA

2.1. Caracterização e relevância do tema

A tecnologia do cultivo protegido vem se somar às novas tecnologias empregadas na agricultura, com a finalidade de buscar respostas ao desafio de produzir alimentos de maneira competitiva, elevando a produtividade e qualidade dos produtos, aumentando a lucratividade com um mínimo impacto ao meio ambiente e assim, diminuir os riscos e as incertezas do setor agrícola. A utilização de estufas, inicialmente restrita à produção de plantas ornamentais, elevou sensivelmente a adoção de tecnologia e a produtividade nos cultivos de hortaliças. O melão, por ser um produto com grande demanda de mercado e preços bastante compensadores, tornou-se uma opção muito procurada pelos produtores que empregam o sistema de cultivo em ambiente protegido. Nessas condições, são produzidos frutos que apresentam como vantagens excelente aspecto visual e elevado teor de sólidos solúveis (sabor), além de não possuírem concorrência no mercado alcançando excelente cotação, podendo por isso, ser cultivado em pequenas áreas com boa lucratividade (Brandão Filho & Vasconcellos, 1998).

No Rio Grande do Sul, essa cultura tornou-se uma opção interessante na região centro-sul encontrando condições térmicas adequadas para o crescimento e desenvolvimento nos meses de primavera e verão. Entretanto, nesses períodos do ano é comum a ocorrência de volumes elevados de precipitação pluviométrica e o excesso de água torna-se o principal fator limitante da produtividade e qualidade dos frutos.

A produção de melões em ambiente protegido é uma atividade agrícola que vem se expandindo pelo fato de ser rentável ao produtor rural uma vez que emprega a mão-de-obra familiar disponível e requer investimentos reduzidos. O cultivo em estufa plástica permite que o produto seja colocado no mercado antecedendo a safra ou após seu término, dando ao produtor uma remuneração mais elevada do que aqueles obtidos com o cultivo convencional, a céu aberto (Barni *et al.*, 2003).

As exigências do mercado atual, concretamente mais competitivo, levam o olericultor a se especializar em uma ou duas espécies de hortaliças de maior valor comercial e praticar o cultivo sucessivo sobre determinada área, dificultando a adoção de técnicas tradicionais de manejo do sistema, como rotação de culturas e adubação verde, que minimizem os prejuízos ocasionados pelo cultivo intensivo.

A intensificação dos sistemas de cultivo em ambiente protegido tem ocasionado problemas de contaminação de solos e água. Como conseqüências, se observam a mineralização, a perda de estrutura e a alta salinidade dos solos, a contaminação da água devido à lixiviação dos produtos aplicados (fertilizantes e agrotóxicos) e problemas de pragas e doenças cada vez mais difíceis de solucionar.

Uma maior preocupação, quanto à deterioração dos solos e das águas, está levando a alguns agentes técnico-científicos a repensar o modelo atual, surgindo o desafio de melhorar a eficiência dos sistemas de cultivo. Torna-se importante definir os níveis recomendáveis de irrigação e adubação capazes de compatibilizar rendimento e qualidade elevados com contaminação reduzida.

O cultivo sem solo, também denominado de fora do solo, por sua vez, representa mais uma opção dentro das técnicas de produção agrícola, podendo se adequar perfeitamente às exigências da alta qualidade, alta produtividade, mínimo desperdício de água e nutrientes, sem a perda destes no solo. Este tipo de cultivo vem crescendo substancialmente no Brasil e se apresenta como uma alternativa, proporcionando maior rendimento e qualidade da produção, bem como, economia de energia e a redução da ocorrência de doenças. Além disso, através deste sistema de cultivo se desvincula a produção do nível de fertilidade do solo e, adicionalmente, otimiza-se o uso da área, dispensando a rotação de culturas e o controle de plantas concorrentes, tornando-se uma ótima tecnologia de produção a ser utilizada pelos olericultores, inseridos na cadeia produtiva das hortaliças cultivadas em ambiente protegido.

No Brasil, o cultivo sem solo de hortaliças de frutos tem apresentado uma produtividade superior à atingida em cultivos no solo em ambiente protegido (Moraes & Furlani, 1999; Fernandes *et al.*, 2002; Bacchi, 2004; Duarte, 2006). Além do que, este tipo de cultivo de plantas permite um controle rigoroso do meio radicular, particularmente dos aspectos relacionados com o fornecimento de água e nutrientes,

facilitando assim uma forte intensificação da produção das hortaliças de frutos (Jensen & Collins, 1985; Abad-Berjón, 1995). Vários resultados têm demonstrado que o cultivo do meloeiro em sistemas sem solo tem sido bastante utilizado, principalmente dos chamados frutos nobres tipo gália e cantaloupe que tem se adaptado muito bem a tais sistemas de cultivo (Bacchi, 2004; Andriolo *et al.*, 2005; Fagan, 2005; Duarte, 2006).

Nos sistemas de cultivo sem solo, (substrato e hidroponia), várias práticas culturais têm afetado o crescimento, a produção e a distribuição da biomassa das plantas cultivadas, sejam diretamente relacionadas com o manejo individual de cada planta ou de um conjunto de plantas, podendo-se destacar a composição da solução nutritiva, a utilização de substratos e o sistema de condução das plantas (Barni *et al.*, 2003; Montezano, 2003; Bacchi, 2004; Duarte, 2006).

Para que a concentração salina da solução nutritiva seja adequada não existe uma recomendação única, capaz de atender às variações climáticas locais e sazonais que podem ocorrer para uma cultura. Sabe-se que, para cultivos em diferentes épocas do ano, deve-se adequar a concentração salina da solução nutritiva, devido ao descompasso na absorção de água e nutrientes pelas plantas (Steijn, 1995) e, em alguns casos, são recomendadas soluções diferentes para o verão e inverno (Martinez & Barbosa, 1996). Durante os períodos de altas temperaturas, as plantas absorvem mais água do que nutrientes, assim a condutividade elétrica da solução nutritiva deve ser mais baixa, facilitando o processo de transpiração (Soares, 2002).

Para diferentes sistemas de cultivo sem solo também ocorre uma variação na concentração salina da solução nutritiva recomendada e, dados recentes de pesquisas com meloeiro cultivado em substrato empregando a mesma concentração salina da solução recomendada para o sistema hidropônico, demonstraram uma queda no rendimento e na qualidade dos frutos (Villela Junior *et al.*, 2001). Quando uma solução nutritiva é utilizada em um sistema de fertirrigação e seus íons interagem entre si e com as partículas desse substrato, deve-se levar em consideração que estas interações podem implicar em antagonismos e/ou imobilizações, prejudicando a absorção de nutrientes e o desenvolvimento das plantas (Cadahia Lopez, 1998; Andriolo *et al.*, 2003).

Nos sistemas sem recirculação da solução nutritiva ocorrem enormes perdas de água e fertilizantes e a conseqüente contaminação do solo. Logo, a adoção de sistemas fechados de cultivo sem solo, com recirculação e aproveitamento da solução permite além da economia de água e de fertilizantes, uma diminuição da contaminação ambiental, resultando assim numa maior eficiência do sistema.

Nos sistemas de cultivo sem solo em substratos, uma especial atenção tem sido dada aos estudos voltados à utilização de substratos orgânicos de fácil obtenção e com possibilidade de reciclagem. A casca de arroz é um subproduto da indústria arrozeira, que tem sido empregada com diversas finalidades, como combustível para fornos de secadores, recuperação de solo, cama de aviários (Gonçalves & Saccol, 1997) além de ser utilizada na composição de substratos agrícolas, seja na forma crua ou carbonizada (Peil *et al.*, 1994; Röber, 2000; Da Silva *et al.*, 2000; Fermino *et al.*, 2000; Calvete *et al.*, 2000; Bacchi, 2004; Duarte, 2006).

Um fator fundamental a considerar é a abundância de matéria-prima para o substrato requerido, o que é determinante para a sua adoção, muitas vezes mais importante do que as suas próprias características físicas e químicas, o que torna a utilização da casca de arroz como substrato em sistemas de cultivo sem solo de grande interesse para a pesquisa em regiões orizícolas. Quando utilizada na forma de substrato em sistemas de cultivo sem solo, a casca de arroz apresenta boa inércia química, apresenta baixa taxa de decomposição e do ponto de vista físico, é um material leve, com boa drenagem e aeração (Duarte, 2006).

A cultura do meloeiro necessita de vários tratamentos culturais específicos, para se obter elevada produtividade e frutos de boa qualidade (Costa & Grangeiro, 2003). Dentre as práticas culturais adotadas nos sistemas de cultivo de meloeiro em ambiente protegido destacam-se o sistema de condução das plantas, as podas e o raleio de frutos (Pereira & Marchi, 2000).

As plantas de meloeiro podem ser conduzidas com haste única, duas hastes ou mais, sendo o sistema de condução com tutoramento vertical o mais indicado na produção em ambiente protegido, podendo ser usados como tutores as redes agrícolas ou fitilhos plásticos. O tutoramento é uma prática necessária que estimula a emissão das hastes secundárias, reduz o vigor da planta e permite à antecipação da emissão de

flores femininas (Pereira & Marchi, 2000). Devido ao crescimento vegetativo exuberante das folhas que competem com o desenvolvimento dos frutos, o sistema de condução pode influenciar a qualidade e a uniformidade dos frutos (Brandão Filho & Vasconcellos, 1998).

Dentre os tratamentos culturais adotados para o cultivo protegido do meloeiro, as podas, igualmente necessárias, melhoram a distribuição de seiva na planta, afetando a precocidade, a fixação de flores, a quantidade, o tamanho e a maturação de frutos, assim como favorecendo as condições para a aplicação dos tratamentos fitossanitários (Gómez-Guilamón *et al.*, 1997; Ramos, 1999). O manejo da poda do meloeiro pode variar de acordo com as variedades, seja do tipo gália ou cantaloupe ou do tipo espanhol (Cermeño, 1996), além do vigor da planta, da disponibilidade de nutrientes, do suprimento de água, da época do ano, das condições climáticas e do sistema de cultivo adotado (Barni *et al.*, 2003). A poda visa otimizar a produção de frutos, pois se sabe que é nas hastes secundárias que se produzem frutos originários de flores hermafroditas (Rodrigues, 2002). De acordo com os dados de cultivos de meloeiro tipo rendilhado em ambiente protegido com fertirrigação, as plantas podadas inicialmente e conduzidas com duas hastes apresentaram maior altura de fixação do fruto e maior produção total por planta em relação às conduzidas com uma haste sem poda inicial (Maruyama *et al.*, 2000).

O conhecimento do adequado manejo dos cultivos sem solo seja utilizando substrato ou em sistema hidropônico, desperta um grande interesse quando se propõe sua adoção de forma comercial. Conhecer o comportamento dos cultivos e estabelecer as práticas culturais apropriadas a esta nova situação permitirá melhorar o seu rendimento comercial e minimizar os possíveis impactos da atividade agrícola ao ambiente.

Assim, o presente trabalho tem por objetivo estudar dois sistemas de cultivo sem solo (substrato e hidroponia) para a cultura do meloeiro sob diferentes números de hastes por planta (uma haste e duas hastes) e diferentes concentrações salinas da solução nutritiva em duas épocas de cultivo com diferentes disponibilidades radiativas (primavera-verão e verão-outono). Para tanto, buscar-se-á estudar e quantificar o crescimento da cultura, considerando como variáveis básicas a produção e a

distribuição de biomassa entre os diferentes órgãos aéreos da planta, assim como o crescimento individual dos frutos e dos órgãos vegetativos, o consumo de água e de nutrientes, bem como a eficiência no uso da água e dos nutrientes utilizados, os resíduos lixiviados e as relações de contaminação resultantes dos sistemas em avaliação.

3. ESTADO ATUAL DOS CONHECIMENTOS

3.1. O cultivo sem solo

3.1.1. O cultivo hidropônico

A hidroponia é um termo derivado de dois radicais gregos (*hydro*, que significa água, e *ponos*, que significa trabalho) e está se desenvolvendo rapidamente como meio de produção vegetal, sobretudo de hortaliças sob cultivo protegido. A hidroponia é uma técnica alternativa de cultivo protegido, na qual o solo é substituído por uma solução aquosa contendo apenas os elementos minerais indispensáveis aos vegetais (Resh, 1997).

O cultivo de plantas em uma lâmina de solução nutritiva recirculante foi desenvolvido, originariamente, com propósitos de pesquisa. Cooper (1973) transferiu a tecnologia desenvolvida em laboratório para condições de cultivo comercial e criou o sistema hidropônico que hoje se conhece como NFT (técnica da lâmina de nutrientes). A flexibilidade do sistema têm tornado possível sua adaptação a uma enorme gama de cultivos, que têm se caracterizado sempre por uma produção de alto rendimento e qualidade. As quantidades, relativamente pequenas, de água e de nutrientes empregadas, têm viabilizado esta técnica em zonas de escassez de recursos hídricos.

De acordo com diferentes autores pode-se citar como vantagens do cultivo sem solo a precocidade na colheita, produtividades mais elevadas, melhor aproveitamento da água e nutrientes, eliminação de operações típicas do cultivo no solo como preparo do solo, colheita programada e produtos de melhor qualidade, sendo que as

desvantagens seriam a necessidade de mão-de-obra especializada, alto custo de instalação, atividade rotineira, ocorrência de doenças e dependência da energia elétrica (Faquin & Furlani, 1999; Fernandes, 2004; Martinez, 2005).

O princípio do sistema NFT (*Nutrient Film Technique* ou Técnica da Lâmina de Nutrientes) consiste na circulação constante de uma lâmina de solução nutritiva que passa através das raízes das plantas, que se encontram em canais de cultivo, não havendo perda ou saída da solução nutritiva para o meio exterior, constituindo-se, desta maneira, em um sistema fechado. As raízes formam uma camada fina sobre a base do canal e crescem parcialmente submersas e parcialmente fora da solução. A alta relação superfície/profundidade da solução nutritiva garante uma aeração adequada e a lâmina fina reduz o volume de raízes que se encontram totalmente submersas na solução. A recirculação da solução é outro fator que favorece a aeração e garante que as raízes recebam a quantidade de oxigênio e de nutrientes adequados ao seu crescimento (Cooper, 1979; Burrage, 1992).

Os componentes básicos do sistema se constituem numa série de canais paralelos, onde as plantas são cultivadas e que devem apresentar uma declividade de 1 a 2%, para que a solução nutritiva flua constantemente no sistema; um tanque coletor que tem a função de armazenar a solução; bomba de impulsão da solução nutritiva desde o tanque coletor até a rede de distribuição, que está localizada na parte superior dos canais de cultivo; e canos coletores que recolhem a solução nutritiva e a levam de retorno ao tanque (Cooper, 1979; Burrage, 1992; Schwarz, 1995).

3.1.2. O cultivo em substratos

Do ponto de vista agrônomo, a finalidade geral de qualquer substrato é a produção com qualidade, no período de tempo mais curto possível e com os mais baixos custos de produção. Além disso, o substrato utilizado deve ser abundante, estar disponível em longo prazo e não provocar qualquer tipo de impacto ambiental negativo relevante (Abad-Berjón & Noguera, 1998). De acordo com Blanc (1987) *apud* Andriolo (1999), um substrato agrícola é todo material, natural ou artificial, colocado em recipiente, puro ou em mistura, que permite a fixação do sistema radicular e serve de suporte à planta. Essa definição genérica assume características particulares quando

se trata de substratos artificiais, em que todos ou a maior parte dos nutrientes necessários à planta devem ser fornecidos artificialmente.

Atualmente, quase a totalidade dos sistemas de cultivo sem solo empregado para o cultivo comercial de hortaliças de frutos utiliza algum tipo de substrato. De acordo com Martinez & Silva Filho (2004), a sustentação de espécies como tomate, pepino, pimentão, melão, rosas e crisântemos é facilitada quando se usam substratos nestes sistemas. Para estabelecer uma cultura em substratos, estes são normalmente acondicionados em sacos, sacolas, vasos, travesseiros, canaletas de polietileno, sendo que para hortaliças de frutos o volume dos recipientes deve ser de 10 a 15 litros por planta (Alvarenga, 2004).

Nesses cultivos podem-se adotar sistemas abertos (solução nutritiva não é reutilizada) ou preferencialmente fechados (ocorre reutilização da solução nutritiva). Os componentes básicos do sistema se constituem no conjunto moto-bomba, reservatório de solução nutritiva, tubulação para condução e distribuição da solução e os canais de cultivo, onde as plantas são cultivadas e que devem apresentar uma declividade de 1 a 2%, para que o excesso de solução nutritiva seja drenado e retorne ao reservatório que tem a função de armazenar a solução (Martinez, 2005). Nos sistemas fechados de cultivos em substrato o percentual de drenagem não deve ser superior a 10%, sendo que a frequência de irrigação deve ser de até oito vezes ao dia (Resh, 1997; Urrestarazu-Gavilan, 1997).

Existem diferentes critérios de classificação dos substratos, baseados na origem, natureza, propriedades e capacidade de degradação dos materiais. Os substratos utilizados nestes cultivos são usualmente mais porosos e homogêneos, e estão classificados em dois grupos: orgânicos e inorgânicos. Ambos podem ser de origem natural, podendo ser obtidos através de síntese ou originários de subprodutos e resíduos de diferentes atividades (Abad-Berjón & Noguera, 1997; Rodrigues, 2002).

Inúmeros substratos vêm sendo estudados e utilizados, tais como esponja de poliuretano, perlita, areia e serragens de espécies florestais, turfa, vermiculita e fibra de coco nos mais diversos países (Peil *et al.*, 1994; Posádas-Sánchez, 1999; Van Os & Benoit, 1999; Rosa *et al.*, 2002). No Brasil, o cultivo de hortaliças de frutos em substrato

é incipiente e os materiais empregados, na sua maioria, são areia, vermiculita ou misturas comerciais de origem organomineral (Moraes & Furlani, 1999).

Como consequência do custo de obtenção e dos problemas ambientais ocasionados pelos resíduos de lã de rocha, e outros materiais inertes, especial atenção tem sido dada à pesquisa e ao desenvolvimento de sistemas de cultivo que utilizam substratos orgânicos biodegradáveis. Atualmente, a fibra de coco é o material orgânico que têm apresentado melhores resultados para o cultivo do tomateiro, entre outras espécies de hortaliças (Peil *et al.*, 1994; Posadas-Sánchez, 1999).

Peil *et al.* (1994) compararam diferentes substratos para o cultivo do tomateiro e concluíram que as plantas cultivadas em fibra de coco apresentaram maior rendimento que as cultivadas em lã de rocha, demonstrando que as características físicas deste substrato foram as mais adequadas para a cultura. Existe um consenso entre os diversos pesquisadores de que este material, dentre os diferentes materiais orgânicos estudados até o momento, é o que apresenta, do ponto de vista técnico, as melhores características físicas e químicas para o cultivo de hortaliças. Entretanto, devido a sua produção estar restrita a áreas de clima tropical ocorre um problema de logística para a sua utilização em larga escala.

Dentre os resíduos da indústria arroseira, a casca de arroz *in natura* vem despertando um interesse crescente pela sua utilização, principalmente pela grande disponibilidade do produto e a necessidade de se encontrar soluções técnicas para seu uso (Gonçalves & Saccol, 1997).

Quando utilizada na forma de substrato agrícola, a casca de arroz apresenta boa inércia química e, apesar de orgânica, apresenta baixa taxa de decomposição devido ao seu alto conteúdo de silício. Do ponto de vista físico, é um material leve, com boa drenagem e aeração. Porém apresenta uma baixa capacidade de retenção de água e dificuldade para a conservação de uma umidade homogênea, quando utilizada como substrato único (Duarte, 2006).

A palha e a casca de arroz *in natura* são dois materiais orgânicos, cuja possibilidade de utilização como substrato têm sido objeto de estudo no cultivo de tomateiro (Peil *et al.*, 1994) e meloeiro (Bacchi, 2004; Duarte, 2006). Entretanto, em cultivos de tomateiro observaram-se problemas de deficiência de nitrogênio no início do

desenvolvimento vegetativo das plantas cultivadas nesses substratos. No caso da casca de arroz, tal deficiência não foi tão significativa, uma vez que as plantas de tomateiro não sofreram uma diminuição na produção total de frutos, o que já não ocorreu com a palha de arroz.

3.1.3. Aspectos ambientais e eficiência dos sistemas de cultivo sem solo

Atualmente uma atenção muito grande têm sido voltada para os aspectos ambientais que envolvem os sistemas de produção agrícola, buscando-se conhecer e, conseqüentemente, minimizar os possíveis impactos ao solo e as águas superficiais e subterrâneas. Sabe-se que os sistemas de cultivo que utilizam técnicas de fertirrigação produzem perdas de água e fertilizantes por lixiviação ou drenagem da ordem de 20 a 50% do total da solução nutritiva fornecida à planta (Schroder *et al.*, 1995). A conseqüente contaminação do solo e das águas superficiais obrigou, através de lei específica, ao emprego de sistemas fechados ou de recirculação da solução nutritiva na área cultivada com hortaliças e flores na Europa (Gieling *et al.*, 1995; Kreij, 1995; Van Os, 1998; Rodrigues, 2002).

Benoit & Ceustermans (1995) afirmam que em sistemas de cultivo sem solo com substrato, são lixiviados na forma de resíduos cerca de 60 a 80 m³ de lã de rocha por hectare e 2000 m³ de solução nutritiva por hectare com perdas aproximadas de 5000 kg de fertilizantes. Levantamentos efetuados em zonas de produção da Europa mostraram que as perdas de nitrogênio podem atingir 600kg N ha.ano⁻¹ para a cultura do tomateiro (Jeannequin, 1987).

Em cultivos de meloeiro, Bacchi, 2004 concluiu que a utilização de uma solução nutritiva menos concentrada resulta em uma menor quantidade de nutrientes totais e nitrato lixiviados ao final do ciclo de cultivo, proporcionando melhorias nas relações de contaminação estabelecidas entre os resíduos gerados e a biomassa fresca de frutos produzida.

A adoção de sistemas fechados de cultivo sem solo (com coleta e reutilização do lixiviado) permite obter uma economia notável de água e ainda maior de fertilizantes, o que vem unir-se a uma diminuição da contaminação ambiental. Diversos resultados experimentais indicam que, através destes sistemas, é possível reduzir de 20 a 30% o

fornecimento de água (Raviv *et al.*, 1995; Magán-Cañadas *et al.*, 1999; Montezano, 2003) e de 25 a 45% o gasto com fertilizantes (Van Os *et al.*, 1991; Magán-Cañadas *et al.*, 1999; Montezano, 2003). Nos sistemas fechados de cultivo sem solo, a quantidade de fertilizantes e água utilizada é menor do que em cultivos no solo, além do que a água é aproveitada ao máximo, sendo que as perdas observadas são por meio da transpiração da cultura e evaporação dos canais de cultivo (Rodrigues, 2002).

Esta economia de água e fertilizantes se traduz numa maior eficiência do sistema. López-Gálvez & Peil (2000) compararam a produção de frutos e os resíduos produzidos pela cultura do tomateiro em sistema NFT e em substrato de lã de rocha com drenagem aberta e concluíram que essa técnica melhorou em 62% o rendimento no uso da água e dos fertilizantes e diminuiu a contaminação, sobretudo nos aspectos referentes aos lixiviados e aos resíduos de substratos. Também, para as culturas do pepino (Peil *et al.*, 1998), do feijão-vagem (Peil *et al.*, 1999) e do meloeiro (Bacchi, 2004), observaram-se altas eficiências no uso da água nos sistemas de cultivo sem solo.

Assim, o cultivo hidropônico e o cultivo em substrato em sistemas fechados melhoram o rendimento no uso da água e dos nutrientes, diminuindo a contaminação, sobretudo nos aspectos referentes aos lixiviados e aos resíduos de substratos. Um controle cuidadoso das possíveis perdas e a melhora no manejo das culturas neste sistema pode diminuir ainda mais o gasto de água e fertilizantes, incrementando consideravelmente a eficiência no uso destes fatores (López-Gálvez & Naredo, 1996; Peil & López-Gálvez, 1999).

3.2. A cultura do meloeiro

3.2.1. Necessidades hídricas e nutricionais

A exigência em água e nutrientes pelas culturas é extremamente variável com seu estágio de desenvolvimento, entretanto, são escassos os estudos que relacionem estas exigências com o crescimento e a fenologia das hortaliças. Para se atender às exigências hídricas das hortaliças, principalmente em cultivo protegido, é de grande

importância o conhecimento do crescimento e acúmulo de matéria seca nos diferentes órgãos da planta (Goto *et al.*, 2001).

No cultivo protegido, o consumo hídrico sofre notável alteração, pois os elementos meteorológicos são modificados havendo, principalmente, redução da radiação solar, da velocidade do vento e, em geral, do déficit de saturação do ar e, conseqüentemente, redução da evapotranspiração (Camacho, 1994; Dalsasso, 1997).

De acordo com Papadopoulos (1999) a exigência hídrica da cultura do meloeiro aumenta a partir dos 30 dias após o plantio, até os 60-65 dias, voltando a diminuir significativamente durante os últimos 30 dias do ciclo de cultivo. Miranda & Bleicher (2001), cultivando a campo o meloeiro, constataram que a demanda hídrica da cultura durante todo o ciclo (66 dias, do transplante à colheita) foi de aproximadamente 251 mm; sendo na fase de crescimento e desenvolvimento vegetativo, a razão de 5,1 mm.dia⁻¹; da fase inicial do florescimento ao início da colheita de 6,4 mm.dia⁻¹; e, durante a colheita, aproximadamente de 5,3 mm.dia⁻¹. Em cultivo no solo e ambiente protegido, o consumo total do ciclo foi de 178,5 mm (Caron & Heldwein, 2000), e para meloeiro cultivado em sistema hidropônico, o consumo médio total, para um ciclo médio de 154 dias, foi de 539,9 mm (Ramos, 1999). Dados de pesquisa demonstram que o consumo hídrico total médio do cultivo do meloeiro em substrato de casca de arroz in natura durante todo ciclo (62 dias) foi de 62,0 mm (Bacchi, 2004). No entanto, além da demanda hídrica, é necessário conhecer o período crítico de cada cultura em relação ao déficit de água, pois é neste período que a deficiência hídrica se torna mais prejudicial à produção. Segundo Pinto *et al.* (1994), o período de maior exigência do meloeiro se estende desde o desenvolvimento dos ramos até o início da frutificação.

Os elementos minerais absorvidos pelas raízes são indispensáveis para a síntese dos compostos orgânicos, necessários para estruturar e promover o desenvolvimento das plantas. Dessa maneira, para a obtenção de alta produtividade na cultura, os nutrientes deverão ser fornecidos em quantidades e proporções adequadas em todas as fases do seu ciclo.

As exigências nutricionais do meloeiro são relativamente pequenas, mas a partir do florescimento a absorção de nutrientes acelera, chegando ao máximo durante a frutificação (Papadopoulos, 1999). Belfort (1986) *apud* Villas Boas *et al.* 2001 afirma

que ocorre um maior desenvolvimento da planta entre os 30 e 45 dias após o transplante, normalmente próximo à época de início do florescimento, apresentando, então, um maior acúmulo de nutrientes. O acúmulo de macronutrientes nas plantas também se intensifica a partir de 30 dias, restando, em média, para serem absorvidos cerca de 98% do total acumulado nas plantas aos 75 dias após a emergência (Belfort *et al.* 1986 *apud* Katayama, 1993). Na cultura do meloeiro cultivado a campo ocorre uma maior intensidade de crescimento entre 70 e 80 dias onde geralmente coincide com o início do florescimento (Tyler & Lorenz, 1964 *apud* Katayama, 1993).

Segundo Katayama (1993), o potássio, o nitrogênio e o cálcio são extraídos em quantidades bem superiores ao fósforo, magnésio e enxofre. De acordo com Silva *et al.* (2000), o nitrogênio e o potássio são os elementos extraídos em maiores quantidades pelo meloeiro, participando com mais de 80% do total de nutrientes extraídos. O cálcio também é bastante exigido principalmente pelas folhas, sendo absorvido em grandes quantidades (Rincón Sanchez *et al.*, 1998; Canato *et al.*, 2001), durante o período de crescimento vegetativo intenso (Hernández *et al.*, 1995; Rincón Sánchez *et al.*, 1998; Alarcón *et al.*, 1999; Carneiro Filho, 2001).

A absorção de nitrogênio e fósforo aumenta com o crescimento, diminuindo a medida que a planta atinge um certo estágio (aproximadamente 45 a 60 dias após o transplante), enquanto a absorção de potássio, cálcio e magnésio aumenta conforme for ocorrendo a maturação do fruto (Villas Boas *et al.* 2001).

Valores de condutividade elétrica da solução nutritiva variando entre 1,9 e 2,9 (dS.m⁻¹) são os recomendados para a cultura do meloeiro (Bacchi, 2004) pois não afetam a produção e a distribuição de massa seca, bem como o teor de massa seca das plantas. A absorção dos nutrientes é também influenciada pela temperatura, logo, conforme a época de cultivo deve-se alterar a quantidade de nutrientes fornecidos às plantas (Villas Boas *et al.* 2001).

3.2.2. Manejo, produção e distribuição de biomassa

A cultura do meloeiro necessita de vários tratamentos culturais específicos para se obter elevada produtividade e frutos de boa qualidade (Costa & Grangeiro, 2003). Dentre os tratamentos culturais adotados nos sistemas de cultivo em ambiente protegido,

destacam-se as podas de condução e o raleio de frutos (Pereira & Marchi, 2000). Os vários tipos de podas dependem das cultivares, do vigor da planta, da disponibilidade de nutrientes, suprimento de água, época do ano, das condições climáticas e do sistema de cultivo adotado (Barni *et al.*, 2003).

Resultados de pesquisa demonstraram que a condução das plantas com duas hastes é o melhor sistema para o meloeiro cultivado no solo em ambiente protegido, possibilitando um maior rendimento e uma distribuição mais equilibrada da energia da planta e dos fotoassimilados (Barni *et al.*, 2003). Já a poda melhora a distribuição de seiva na planta, afetando a fixação de flores, a precocidade, a quantidade, o tamanho e a maturação de frutos, assim como melhorando as condições para a aplicação dos tratamentos fitossanitários (Gómez-Guilamón *et al.*, 1997; Ramos, 1999).

Dados de meloeiro tipo valenciano amarelo, cultivado a campo sem tutoramento, demonstraram que a condução com duas hastes por planta em relação à condução com três hastes e livre número de hastes proporcionou um aumento nos diâmetros longitudinal e transversal, do número e do peso médio dos frutos comerciáveis (Pedrosa *et al.*, 1991).

O crescimento pode ser definido através da produção e repartição da biomassa (matéria fresca e seca) entre os diferentes órgãos da planta (Marcelis, 1994), bem como, pelas dimensões de uma planta ou de um conjunto de plantas. A produção das hortaliças de frutos é determinada pelo acúmulo de peso fresco dos frutos, peso individual dos frutos e qualidade dos frutos.

O manejo da densidade de plantas e da carga de frutos e a poda de folhas interferem no equilíbrio entre o crescimento dos compartimentos vegetativo e generativo da planta. Portanto, para maximizar a produção de frutos é necessário atingir a produção potencial de fotoassimilados em nível da planta inteira e em seguida alocar para os frutos a maior fração possível sem comprometer a capacidade futura de produção (Marcelis, 1993; Schvambach *et al.*, 2002).

Conforme Heuvelink (1995), a repartição dos fotoassimilados depende das interações entre a força de dreno dos órgãos da planta que competem pelos fotoassimilados. Já, a distribuição de biomassa entre a parte aérea e os sistemas radiculares das plantas pode ser descrita através de um equilíbrio funcional entre a

atividade das raízes (absorção de água e nutrientes) e a atividade da parte aérea (fotossíntese).

A integral diária da radiação solar e, portanto, a fotossíntese potencial, varia significativamente ao longo do ano, ocasionando diferenças notáveis entre as intensidades do crescimento de um cultivo desenvolvido no inverno e no verão. Obviamente, a relação fonte/dreno e, conseqüentemente, a carga de frutos, deveria adequar-se a tais diferenças, isto é, cargas de frutos e densidades de plantio elevadas em períodos de maior radiação solar (De Koning, 1993).

Marcelis & De Koning (1995) propõem algumas medidas, com a finalidade de controlar a relação fonte/dreno, em um cultivo comercial. Em primeiro lugar, a carga potencial de frutos por unidade de superfície cultivada pode adequar-se à variação estacional da fotossíntese potencial, mediante a variação da densidade de plantas ou do número de hastes deixados por planta. Para a maioria das culturas, deve-se adotar uma baixa densidade de plantas no inverno e uma alta densidade no verão.

De acordo com Castilla Prados (1995), a densidade de plantio vai depender do vigor vegetativo, que está intimamente ligado às características de crescimento da cultivar escolhida e da época de plantio, do tipo de condução da planta e da fertilidade do meio de cultivo. A densidade ideal de plantas é aquela necessária para atingir o IAF ótimo (índice de área foliar) a fim de interceptar o máximo de radiação útil à fotossíntese. Quando a densidade de plantas é muito elevada, o IAF ótimo é atingido muito cedo, antes mesmo que a planta esteja apta a iniciar a fase reprodutiva (Andriolo, 1999).

Segundo Heuvelink (1995), em altas densidades de plantio no cultivo de tomateiro em ambiente protegido pode ocorrer a redução do crescimento individual por planta, porém a distribuição de matéria seca não é influenciada. Embora vantajoso no cultivo protegido, os plantios adensados devem ser bem manejados, pois podem reduzir o número de frutos por planta, bem como o tamanho e o peso médio destes (Campos *et al.*, 1979).

Van der Vooren *et al.* (1986) afirmam que no cultivo de tomateiro maiores adensamentos resultam em aumento de produtividade, entretanto, provocam a redução do tamanho dos frutos. Já, resultados obtidos por Papadopoulos & Ormrod (1990);

Cockshull & Ho (1995); Papadopoulos & Pararajasingham (1997), mostram uma redução na produção de frutos de maior tamanho, maior número de frutos e maior rendimento total por m² com o aumento da densidade de hastes laterais em tomateiro.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Área experimental e manejo da estufa

Os experimentos serão conduzidos em estufa plástica, nos anos de 2004 e 2005, em duas épocas de cultivo (primavera-verão e verão-outono), no campo didático e experimental do Departamento de Fitotecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, no Campus da Universidade Federal de Pelotas, localizado no município do Capão do Leão, RS, tendo como coordenadas geográficas aproximadas a latitude de 31 ° 52' S e a longitude de 52 ° 21' W; e 13 metros de altitude.

Será utilizada uma estufa modelo “arco pampeana” de estrutura metálica, coberta com filme plástico de polietileno de baixa densidade de 150 µm de espessura, e com as seguintes dimensões 10,0 m x 21,0 m e 5,0 m de altura, e disposta no sentido norte-sul. Anteriormente à construção das estruturas utilizadas para o cultivo sem solo, o terreno foi nivelado e coberto com filme de polietileno dupla face (branco/preto) de 150 µm de espessura, com a face branca exposta.

Através da abertura dos portões e janelas laterais às 8 horas da manhã, realizar-se-á naturalmente a ventilação do ambiente interno da estufa, renovando o ar e evitando o aumento excessivo da temperatura durante o período diurno, efetuando-se o fechamento dos portões, aproximadamente, às 18 horas. Em dias de chuva, ventos fortes, temperaturas baixas e/ou elevada umidade relativa do ar no ambiente externo, a estufa permanecerá total ou parcialmente fechada.

4.2. Experimentos e tratamentos experimentais

Em duas épocas (primavera-verão e verão-outono), serão realizados simultaneamente dois experimentos, sendo que cada experimento usará metade da

área da estufa (Figura 1). No experimento 1 será adotado o sistema de cultivo em substrato de casca de arroz *in natura*, já no experimento 2 o sistema de cultivo adotado será o hidropônico através da técnica da lâmina de nutrientes (NFT). Em ambos experimentos as plantas serão conduzidas com uma ou duas hastes e a solução nutritiva recomendada para a cultura do meloeiro e adaptada a partir de Castro, 1999; (Tabela 1) será estudada nas concentrações de 50%, 75% e 100% (exceto os micronutrientes, que serão mantidos na concentração original nas três concentrações) correspondendo a valores de condutividade elétrica inicial de 0,9; 1,3 e 1,8 dS.m⁻¹. Para a formulação das soluções, se utilizará a água da chuva, a qual apresenta uma condutividade elétrica de 0,0 dS.m⁻¹ e pH igual a 7,0.

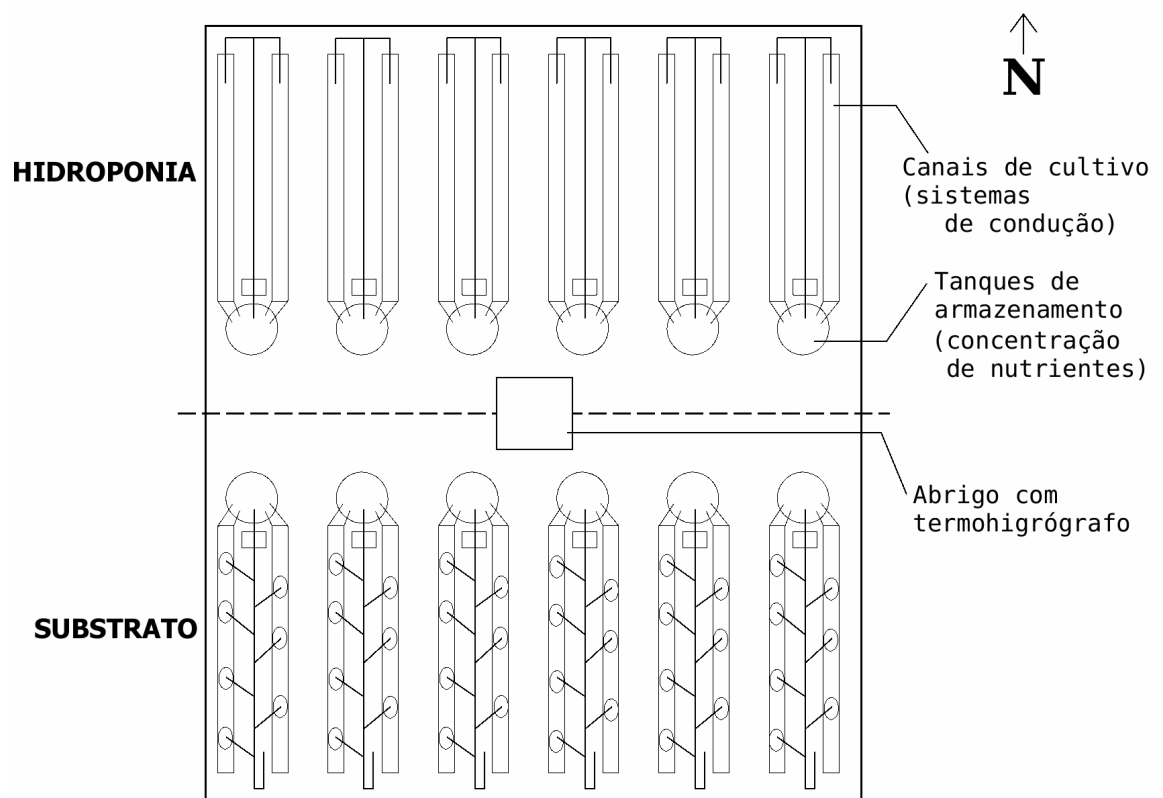


Figura 1. Croqui da estufa plástica e área experimental.

4.2.1. Condução e manejo dos experimentos

4.2.1.1. Produção de mudas

A cultivar de melão utilizada será a Hale's Best Jumbo da Topseed®, com frutos climatéricos do tipo rendilhado. As mudas de meloeiro serão produzidas em bandejas de poliestireno expandido de 72 células preenchidas com vermiculita, em sistema flutuante (*floating*). No momento da sementeira serão colocadas duas sementes por célula e após uma semana aproximadamente, quando as plântulas se apresentarem no estágio de abertura da primeira folha verdadeira, realizar-se-á o desbaste, deixando apenas uma planta por célula. Nesta fase inicial, utilizar-se-á a solução nutritiva indicada por Castro 1999; (Tabela 1), na concentração de 50% (condutividade elétrica inicial de 0,9 dS.m⁻¹). As mudas serão transplantadas para a estufa de produção ao apresentarem, aproximadamente, seis folhas verdadeiras, em ambos sistemas de cultivo (substrato e hidroponia). No entanto, as mudas que serão transplantadas para o cultivo hidropônico, necessitarão de uma pré-lavagem no sistema radicular com água corrente para a retirada do excesso da vermiculita empregada como substrato, o qual pode comprometer o bom funcionamento do conjunto moto-bomba.

Tabela 1. Composição da solução nutritiva a ser empregada no cultivo do meloeiro (condutividade elétrica inicial estimada = 1,8 dS. m⁻¹).

Macronutrientes	Concentração (mmol/litro)	Micronutrientes	Concentração (mg/litro)
NO ₃ ⁻	12,25	Fe	4,0
H ₂ PO ₄ ⁻	1,25	Mn	0,56
SO ₄ ⁻²	1,4	Zn	0,26
NH ₄ ⁺	0,8	B	0,22
K ⁺	5,5	Cu	0,03
Ca ⁺²	4,0	Mo	0,05
Mg ⁺²	1,0		

Fonte: Castro (1999).

4.2.1.2. Descrição dos sistemas de cultivo

No experimento 1, o substrato que irá ser utilizado para o cultivo das plantas será a casca de arroz *in natura*. Este será acondicionado em sacos plásticos, contendo aproximadamente 12 litros de casca de arroz *in natura* (conforme metodologia adotada por Peil *et al.*, 1994), onde, posteriormente, se efetuará o transplante de uma muda por saco de cultivo. Já no experimento 2, em sistema hidropônico, as plantas serão conduzidas com a raiz nua no interior dos canais de cultivo, sendo fertirrigadas através de uma fina lâmina de solução nutritiva. No cultivo em substrato a solução será distribuída nas linhas de cultivo através de mangueiras de polietileno flexível e gotejadores localizados na base de cada planta, com intervalos de tempo pré-determinados pelo temporizador, segundo a fase do cultivo (Figura 2). No cultivo hidropônico, a solução nutritiva será distribuída através dos canais de cultivo livremente, juntamente às raízes das plantas de meloeiro. Para promover a recirculação do lixiviado se fará uso de canais de drenagem com declividade de 2%, construídos com polietileno dupla-face branco-preto e dispostos sobre os canais de cultivo fabricados de madeira, os quais conduzirão o lixiviado gerado até os tanques de armazenamento da solução nutritiva (Figura 3). Os tanques de armazenamento da solução nutritiva, em número de seis para cada experimento (um para cada linha dupla do canal de cultivo/concentração da solução) serão de fibra de vidro em formato cilíndrico, com capacidade para 500 litros cada (Figura 2 e 3).

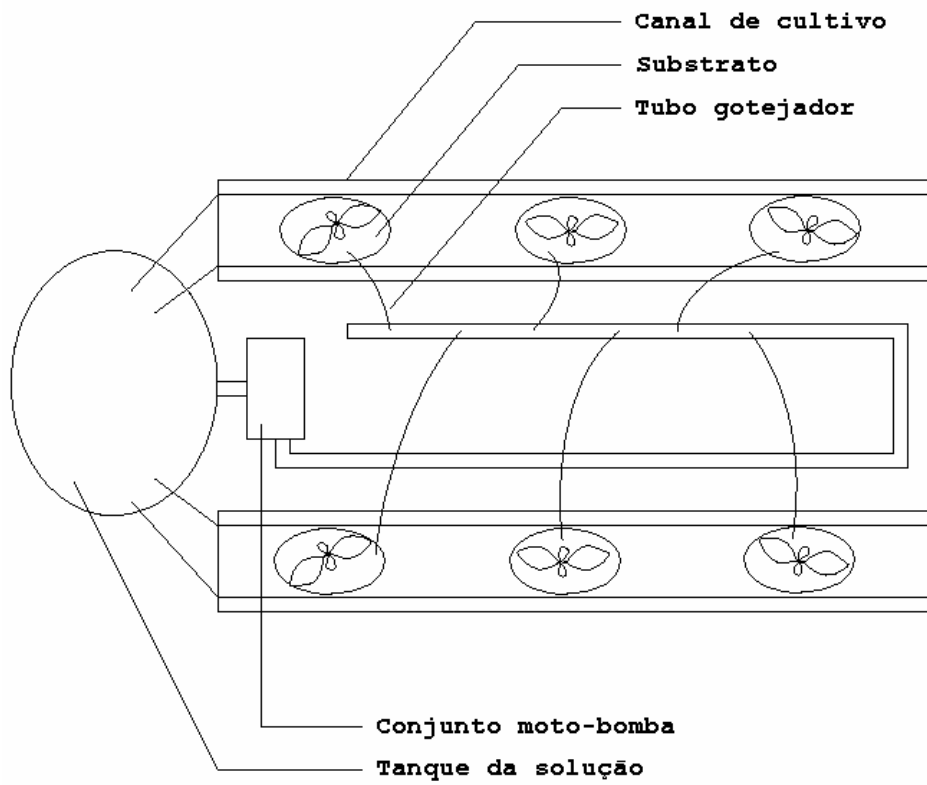


Figura 2. Representação esquemática do sistema de cultivo em substrato.

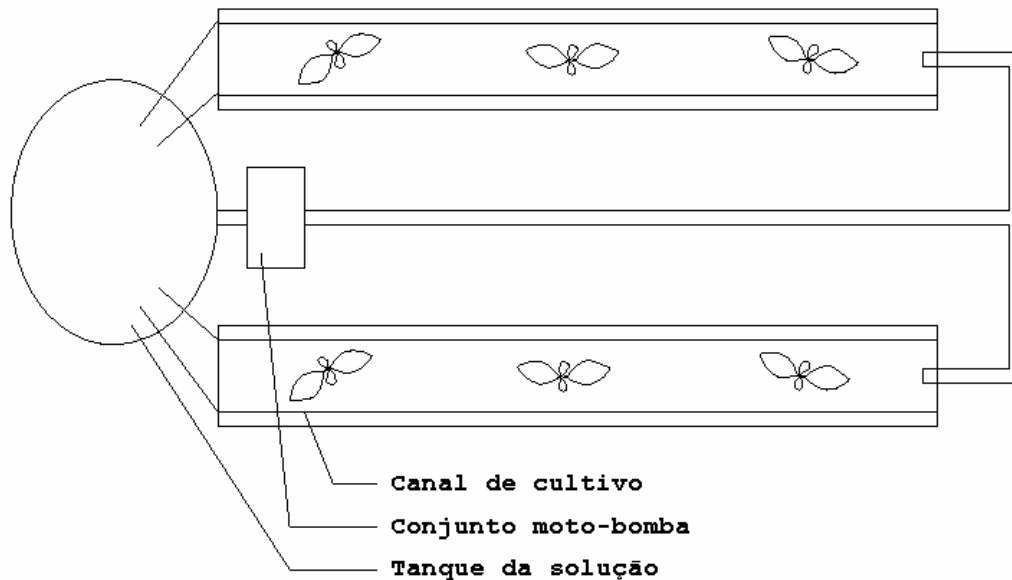


Figura 3. Representação esquemática do sistema de cultivo em hidroponia.

No cultivo hidropônico, as plantas serão mantidas com aproximadamente 2/3 do seu sistema radicular, aproximadamente, imerso numa lâmina de solução nutritiva, mantida através de fluxo intermitente de irrigação, programado através de um temporizador, responsável por acionar e desligar a moto bomba dos canais de cultivo, a intervalos de tempo pré-estabelecidos. Nas primeiras 12 horas após o transplante, o sistema de irrigação será mantido funcionando continuamente com o objetivo de evitar um eventual estresse hídrico às plantas. Após este período, o conjunto moto bomba será acionado durante 30 minutos a cada 1 hora, no período diurno (das 8:00 h às 18:00 h) e, no período noturno, o sistema será mantido desligado. Já no cultivo em substrato, o sistema de irrigação será acionado 24 horas antes do transplante das mudas, apenas com água, até o ponto de saturação hídrica, com a finalidade de irrigar previamente a casca de arroz, facilitando posteriormente o pegamento das mudas.

Logo após o transplante, o conjunto moto bomba será acionado durante 4 minutos a cada 1 hora, no período diurno (das 8:00 h às 18:00 h) e, no período noturno, o sistema será mantido desligado.

Para o preparo das soluções nutritivas, os fertilizantes serão pesados conforme a formulação indicada nas três diferentes concentrações (50%, 75% e 100%). Em seguida os sais serão diluídos, separadamente, e então adicionados aos reservatórios já contendo água, na seguinte ordem: primeiramente aqueles contendo os macronutrientes, depois os micronutrientes e por terceiro a solução de Fe + EDTA. Após a diluição, o volume dos reservatórios será completado com água até atingir 400 litros, realizando-se, em seguida, a completa homogeneização das soluções nutritivas. Será efetuada a leitura da condutividade elétrica e se ajustará o pH para $6,5 \pm 0,3$ nas três diferentes concentrações da solução nutritiva.

Nos canais de cultivo as plantas de meloeiro serão tutoradas com fio de ráfia nos dois sistemas de condução (uma haste e duas hastes), efetuando-se a poda apical das plantas quando atingirem o arame da parte superior da estufa (2,50 metros de altura a partir da base do canal de cultivo). O espaçamento inicial entre plantas naquelas conduzidas com uma haste será de 0,45 metros, enquanto as plantas conduzidas com duas hastes terão um espaçamento inicial de 0,90 metros entre plantas, entretanto o espaçamento final será de 0,45 metros entre hastes para ambos sistemas de condução (Figura 4 e 5).

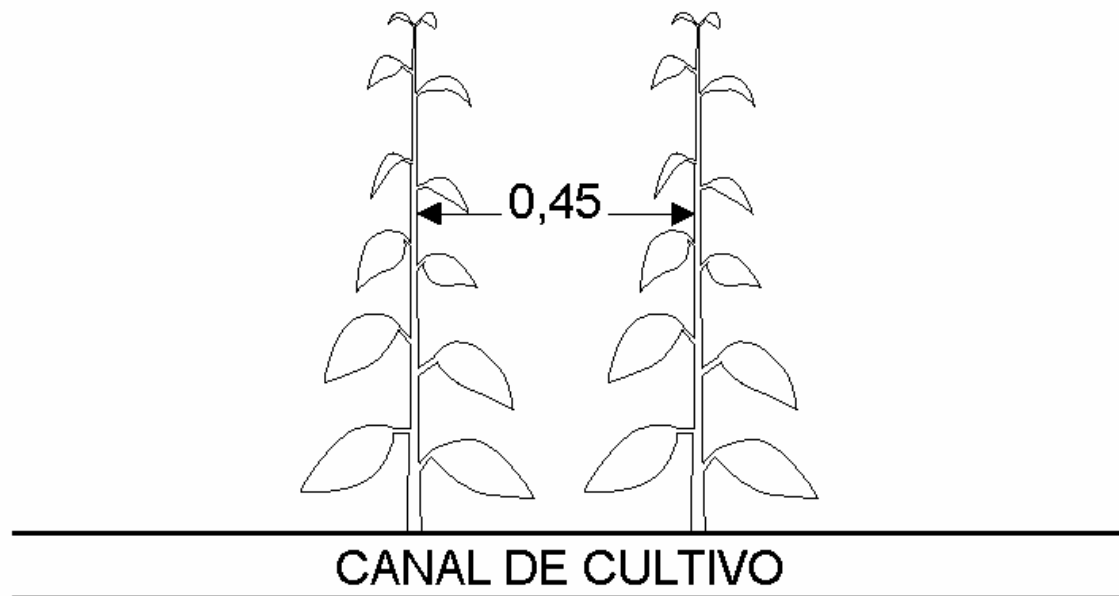


Figura 4. Representação esquemática da vista lateral do canal de cultivo e espaçamento entre plantas de meloeiro conduzidas com uma haste (medida em metros), para ambos sistemas de cultivo sem solo (substrato e hidroponia).

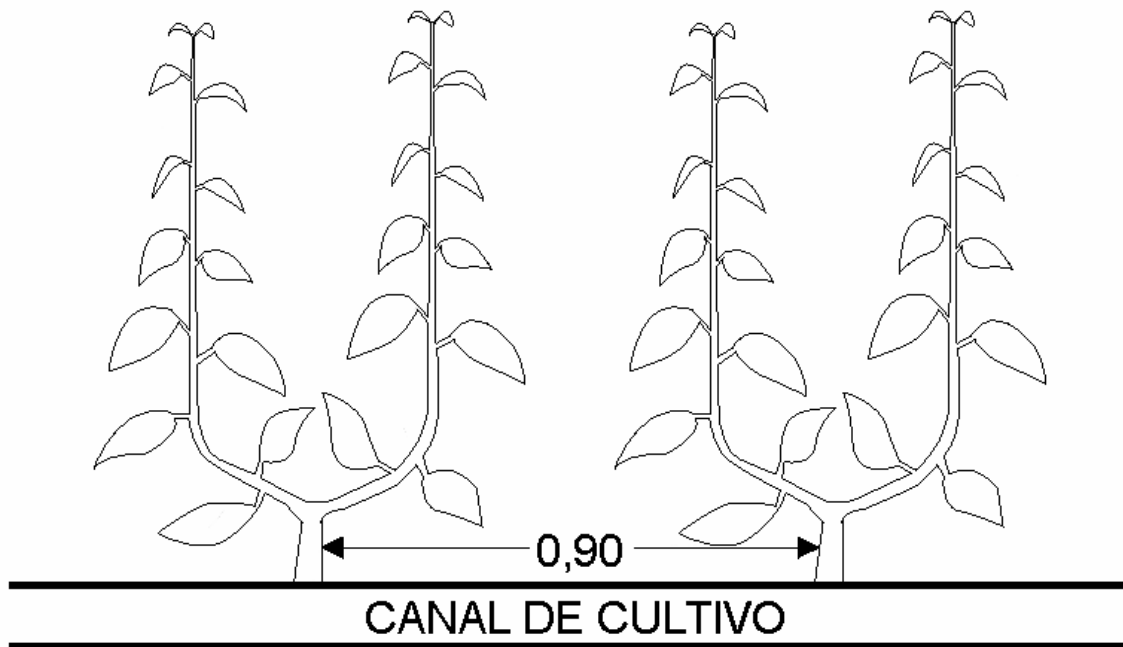


Figura 5. Representação esquemática da vista lateral do canal de cultivo e espaçamento entre plantas de meloeiro conduzidas com duas hastes (medida em metros), para ambos sistemas de cultivo sem solo (substrato e hidroponia).

As podas a serem realizadas são de condução e de limpeza, sendo que as de limpeza se resumem à eliminação de folhas senescentes presentes na parte inferior da planta. Nas plantas conduzidas com duas hastes a poda de condução tem início através do desponte das plantas acima da quarta folha verdadeira, quando essas apresentarem 5 a 6 folhas. Após tal procedimento deixa-se ocorrer à emissão de hastes secundárias e posteriormente escolhe-se dois ramos laterais que serão tutorados através de fio de ráfia. Nessas hastes secundárias se efetuará a retirada de todas emissões de brotações terciárias nas axilas das folhas até a 8^a folha, e a partir da 9^a axila foliar se deixará a formação de ramos terciários, os quais serão podados após a 2^a folha. Sendo que a partir da 12^a axila foliar se deixará a presença de flores femininas e a formação de frutos.

Nas plantas conduzidas com uma haste se efetuará a retirada de todas emissões de brotações secundárias nas axilas das folhas até a 8^a folha, e a partir da 9^a axila foliar se deixara a formação de ramos secundários, podados após a emissão de duas folhas. A partir da 12^a axila foliar se deixará a presença de flores femininas e a formação de frutos.

Os tratamentos experimentais serão distribuídos em seis linhas duplas de cultivo (12 canais de cultivo), com 7,5 metros de comprimento, e distância interna de 0,50 metros e caminho de 1,20 metros (Figura 6). A colheita será realizada quando os frutos atingirem o ponto ideal de colheita (desenvolvimento da capa de abscisão na inserção do pedúnculo, avaliação da textura e coloração da polpa, do aroma e determinação do conteúdo de açúcares), efetuando-se a pesagem da biomassa fresca dos frutos, numa mesma data para todos os tratamentos experimentais em ambos sistemas de cultivo.

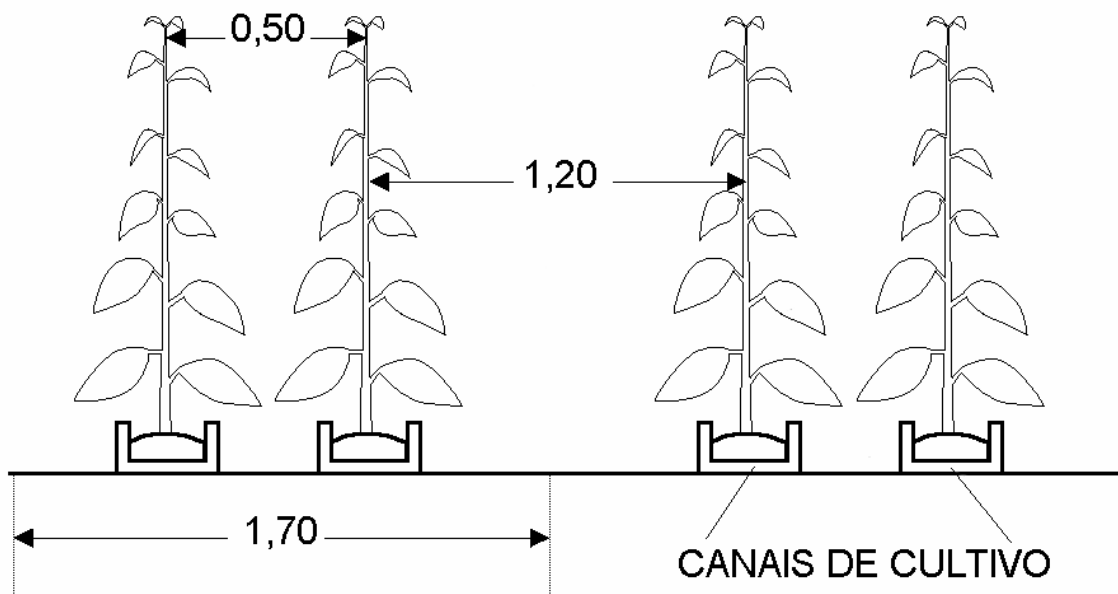


Figura 6. Representação esquemática da vista frontal da disposição das linhas duplas dos canais de cultivo (medidas em metros) em ambos sistemas de cultivo sem solo (substrato e hidroponia).

4.3. Medidas e avaliações realizadas

4.3.1. Monitoramento das soluções nutritivas

A solução nutritiva em ambos sistemas de cultivo será monitorada diariamente através das medidas de condutividade elétrica (condutivímetro manual Oakton®) e de pH (peagômetro manual Oakton®) e de temperatura (termômetro digital) nos tanques de armazenamento da solução e nos canais de cultivo, além da temperatura do substrato nos sacos de cultivo. As medidas de pH, condutividade elétrica e temperatura das soluções serão realizadas diariamente, durante o turno da manhã.

A reposição da solução nutritiva será realizada quando a condutividade elétrica inicial diminuir ou aumentar 20%, em relação ao valor de condutividade medida no início do cultivo, através, respectivamente, da adição de soluções estoques concentradas ou somente água. Não havendo variação da condutividade elétrica da solução nutritiva, se manterá um volume de solução suficiente para atender o consumo hídrico das plantas e não comprometer o funcionamento das bombas de impulsão. Procurar-se-á manter o pH da solução nutritiva numa faixa de $6,5 \pm 0,3$ através da adição de solução ácida ou básica, conforme necessidade. Quando o valor do pH estiver abaixo do recomendado, irá se adicionar uma solução básica de bicarbonato de potássio (KHCO_3) para elevá-lo e, quando o pH se encontrar acima da faixa recomendada, se utilizará uma solução à base de ácido nítrico (HNO_3 ; 1,0 N) para baixá-lo.

4.3.2. Temperatura ambiente e umidade relativa do ar

Os dados meteorológicos no interior da estufa serão monitorados ao longo das duas épocas de cultivo através de termohigrógrafo para registro contínuo por período semanal da temperatura e umidade relativa do ar, instalado em abrigo meteorológico na parte central da estufa a 1,5 metro de altura do solo. Os valores da radiação solar global exterior acumulada nos dois ciclos de cultivo serão obtidos na Estação Agroclimatológica da UFPel, localizada a aproximadamente 800 metros do local dos experimentos.

4.3.3. Produção e distribuição de biomassa da cultura

Com o objetivo de quantificar o crescimento da cultura serão efetuadas duas determinações da biomassa das plantas em ambos experimentos. A biomassa (matéria fresca e seca) será determinada no dia do transplante das mudas para os canais de cultivo definitivo, selecionando-se 20 plantas. A biomassa final será efetuada no dia da colheita, selecionando-se 6 plantas por tratamento (2 plantas por repetição).

Ao final do ciclo de cultivo, as plantas serão segmentadas em quatro frações (folhas, caule, raízes e frutos), as quais serão avaliadas quanto a sua biomassa fresca e seca (após secagem em estufa a uma temperatura de 80° C durante 48 horas as folhas, o caule e as raízes e 96 horas os frutos). As frações obtidas a partir da desbrota das ramificações laterais, da desfolha e das podas e do raleio dos frutos serão incorporadas à fração folhas, caule e frutos. Também será incorporada individualmente a cada planta controle a fração dos frutos colhidos ao longo do ciclo de cultivo. Adicionalmente, se contará o número de folhas e se determinará a área foliar de cada planta, através de um equipamento medidor de imagens (LI-COR, modelo 3100). Com o objetivo de determinar o efeito dos tratamentos experimentais sobre o crescimento individual dos frutos, serão realizadas observações referentes às datas de antese e colheita dos frutos a serem colhidos nas plantas controle. Nas plantas conduzidas com uma haste os frutos a serem avaliados serão os situados nos ramos secundários, originados na 12^a axila foliar da haste primária. Nas plantas conduzidas com duas hastes os frutos a serem avaliados serão aqueles localizados nos ramos terciários, originados na 12^a axila foliar de uma das hastes secundárias. Determinar-se-á o peso fresco e seco individual de cada um desses frutos no momento da colheita.

A biomassa total da planta corresponderá à soma da biomassa das folhas, do caule, dos frutos e das raízes (no caso da biomassa seca); e a biomassa da parte aérea vegetativa corresponderá à soma das frações folhas e caule. A fração reprodutiva corresponderá à soma da fração frutos. A partir desses dados, se determinará a distribuição proporcional da matéria fresca e seca entre os diferentes órgãos da planta, bem como, se estabelecerão relações entre a matéria seca produzida pelas diferentes partes da planta.

4.3.4. Consumo hídrico e de nutrientes

O consumo de água do sistema será estimado através da leitura direta da altura da lâmina de solução nutritiva nos tanques de armazenamento nas três diferentes concentrações, considerando o volume de reposição. Nos distintos tratamentos, o volume inicial da solução nutritiva será de 400 litros, correspondente a uma lâmina de 50,0 cm de altura. Diariamente, será efetuada a medida da altura da lâmina, com o uso de uma régua graduada, estimando-se por diferença o volume consumido de solução (V ; mm^3), através da seguinte expressão:

$$V = (\pi \cdot d^2 / 4) \cdot h, \text{ onde:}$$

$$\pi = 3,1416;$$

$$d = \text{diâmetro do tanque (mm);}$$

$$h = \text{altura da lâmina (mm).}$$

Com base nesses dados, se estimará o volume de água consumido em determinados períodos ao longo do ciclo ($\text{litros.planta}^{-1}$ e litros.m^{-2}) e o volume de solução lixiviada restante nos tanques ao final do ciclo de cultivo.

O consumo de nutrientes, ou seja, a quantidade de nutrientes extraídos pelas plantas ao final do ciclo (g.m^{-2}), será estimado pela diferença entre a quantidade total de nutrientes fornecidos e a quantidade final de nutrientes presentes na solução nutritiva no dia da última colheita (obtida através da relação entre a concentração de nutrientes e o volume de solução lixiviada) e no resíduo da casca de arroz, no cultivo em substrato.

As análises da concentração de nutrientes, presentes nas amostras das soluções nutritivas lixiviadas e no resíduo do substrato da casca de arroz, ao final de ambos ciclos de cultivo, serão realizadas no Laboratório de Nutrição de Plantas, do Departamento de Solos, da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, da Universidade Federal de Pelotas. Serão determinadas as concentrações dos seguintes macronutrientes: nitrogênio (nitríco e amoniacal), fósforo, potássio, cálcio e magnésio.

4.3.5. Eficiência no uso da água e dos nutrientes e relações de contaminação dos sistemas de cultivo

A eficiência no uso da água e dos nutrientes será estimada a partir das relações de rendimento estabelecidas entre os dados de produção de biomassa total acumulada (subtraindo o valor da biomassa inicial) e os dados de consumo hídrico (kg de matéria fresca e gramas de matéria seca da fração vegetativa e reprodutiva produzidas por litro de água) e de nutrientes (grama de matéria fresca e seca da fração vegetativa e reprodutiva produzidas por grama de nutrientes).

Além dos resíduos descartados (volume de casca de arroz e de plástico dos sacos de cultivo e do revestimento dos canais) e lixiviados gerados ao final do ciclo de cultivo (volume de solução e gramas de nutrientes), as seguintes relações de contaminação dos sistemas de cultivo serão estabelecidas: litros de solução lixiviada, gramas de nutrientes totais lixiviados e gramas de nitrato lixiviado por kg de matéria fresca da fração reprodutiva produzida; gramas de nutriente por volume de substrato, e de substrato por kg de matéria fresca da fração reprodutiva produzida.

4.4. Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado será o inteiramente casualizado em esquema bifatorial (2x3), onde o fator 1 é o número de hastes por planta (uma haste e duas hastes) e o fator 2 são as diferentes concentrações salinas da solução nutritiva (50%, 75% e 100%) com três repetições compostas de duas plantas, totalizando 6 tratamentos. Para efeito da avaliação da biomassa final, utilizar-se-á duas plantas por repetição, tanto no cultivo de primavera-verão como de verão-outono. Em ambos experimentos (substrato e hidroponia), as plantas serão escolhidas aleatoriamente. Os dados obtidos serão submetidos à análise de variância e comparação de médias pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

5. RECURSOS NECESSÁRIOS

5.1. Material de consumo (A)	Valor (R\$)
Polietileno dupla face branco/preto (150 µm) para cobertura do solo e dos canais de cultivo (300 m ²)	2000,00
Sacos plásticos para substrato (400 sc)	100,00
Tubos gotejadores para irrigação (80 m)	80,00
Rolos de fio de ráfia branco (8 un)	120,00
Sementes de melão Hale's Best Jumbo (150 g)	50,00
Bandejas de alumínio para secagem material vegetal (400 un)	80,00
Substrato à base de vermiculita para produção de mudas (5 sc)	200,00
Agrotóxicos (inseticidas e fungicidas)	220,00
Material para desinfecção e limpeza (Hipoclorito de Sódio) (24 l)	180,00
Etiquetas e sacos de papel	80,00
Tubos, conexões, registros, válvulas (sistema hidráulico)	450,00
Outros materiais (fita adesiva, grampos, cola)	50,00
Bandejas poliestireno expandido 72 células (5 un)	75,00
Mangueiras plásticas para irrigação	160,00
Ferramentas, régua, tesouras, regador e baldes	150,00
Equipamento de proteção individual (EPI)	60,00
Nitrato de Cálcio (comercial) (100 kg)	240,00
Nitrato de Potássio (comercial) (50 kg)	72,00
Fosfato de Potássio Monobásico (10 kg)	300,00
Sulfato de Magnésio (10 kg)	30,00
Sulfato de Potássio (4 kg)	10,00
Sulfato de Manganês (100 g)	8,00
Sulfato de Zinco (60 g)	60,00
Sulfato de Cobre (10 g)	5,00
Ácido Bórico (70g)	40,00
Molibdato de Sódio (10 g)	10,00
Sulfato Ferroso (2 kg)	26,00

Ácido Nítrico (5 l)	90,00
Bicarbonato de Sódio (5 kg)	100,00
Fotocópias (2000 un)	200,00
Papel A4 (4000 fls)	100,00
Cartucho para impressora (4 un)	320,00
CD regraváveis (10 un)	50,00
Disquetes 2HD (30 un)	45,00
Filmes fotográficos (10 un)	100,00
SUB-TOTAL (A)	5861,00
5.2. Material Permanente (B)	Valor (R\$)
Estufa plástica	6000,00
Bombas hidráulicas ¼ HP (12 un)	1800,00
Tanques armazenadores de solução nutritiva 500 litros (12 un)	2000,00
Temporizadores (2 un)	400,00
Madeira para construção dos canais de cultivo	500,00
Pulverizador costal (20 l)	80,00
Escada metálica para tratos culturais	100,00
Condutímetro manual, peagômetro manual e termômetro	695,00
SUB-TOTAL (B)	11575,00
5.3. Serviços de terceiros e encargos (C)	Valor (R\$)
Revelação filme fotográfico	200,00
Frete substrato para cultivo (casca de arroz)	50,00
Manutenção e reparo das bombas hidráulicas	500,00
Análises químicas do substrato e solução nutritiva	1200,00
SUB-TOTAL (C)	1950,00
SUB-TOTAL (A+B+C)	19386,00
5.4. Imprevistos e sinistros - 10% (D)	1938,60
SUB-TOTAL (A+B+C+D)	21324,60
TOTAL	21324,60
CONTRAPARTIDA (Bolsas de pesquisa)	25920,00

6. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

“Sistemas de cultivo sem solo para a cultura do meloeiro”

Plano de trabalho:

Etapas:

1. Obtenção do material e insumos necessários (sementes, fertilizantes, substrato e outros);
2. Instalação dos equipamentos, sistema hidráulico e de cultivo no interior da estufa;
3. Preparo dos canais de cultivo (colocação do plástico, ensacamento do substrato, limpeza e desinfecção);
4. Produção de mudas e preparo solução nutritiva (macro e micronutrientes);
5. Transplante das mudas para os canais de cultivo;
6. Tratos culturais (tutoramento, raleio, poda) e monitoramento da solução nutritiva;
7. Registro dos dados meteorológicos (UR e temperatura) no interior da estufa;
8. Colheita e amostragem;
9. Secagem, pesagem e avaliação dos dados;
10. Tabulação dos dados, análise e interpretação dos resultados;

Ano 2004/2005

Cultivo primavera-verão (experimentos 1 e 2)

Etapas	jul/04	ago/04	set/04	out/04	nov/04	dez/04	jan/04	fev/04	mar/04
1	X	X							
2	X	X							
3		X							
4			X						
5				X					
6				X	X	X	X		
7	X	X	X	X	X	X	X	X	X
8						X	X		
9						X	X	X	X
10								X	X

Cultivo verão-outono (experimentos 1 e 2)

Etapas	dez/04	jan/05	fev/05	mar/05	abr/05	mai/05	jun/05	jul/05	ago/05
1	X	X							
2	X	X							
3		X	X						
4			X						
5			X						
6				X	X	X	X		
7	X	X	X	X	X	X	X	X	X
8						X	X		
9						X	X	X	X
10								X	X

7. DIVULGAÇÃO PREVISTA

A divulgação dos resultados dos experimentos propostos neste projeto deverá ser realizada através de revistas técnicas, periódicos científicos e anais de congressos.

RELATÓRIO DO TRABALHO DE CAMPO

RELATÓRIO DO TRABALHO DE CAMPO

O trabalho de campo teve início durante o mês de julho de 2004, através de diversas atividades que foram realizadas, dentre elas a limpeza e troca do filme plástico da cobertura da estufa, reparos no sistema hidráulico (bombas e tubulações), organização do material de trabalho (equipamentos e ferramentas), corte da grama na parte exterior da estufa e eliminação de plantas concorrentes no interior da mesma.

Com o objetivo de reutilizar o filme plástico dos canais de cultivo foi efetuada a lavagem dos mesmos, assim como a limpeza dos tanques de armazenamento da solução nutritiva. Foi realizada também uma revisão no sistema elétrico de fornecimento de energia para o funcionamento do sistema hidráulico, bem como das chaves conectoras e dos temporizadores a serem utilizados, além da instalação do termohigrógrafo de registro contínuo semanal no abrigo meteorológico localizado no interior da estufa.

Após a organização e limpeza do ambiente da área experimental foi analisada a casca de arroz *in natura* disponível que estava armazenada no campo didático, para ser utilizada nos experimentos de cultivos em substrato, avaliando visualmente seu aspecto físico e a não ocorrência de pragas que pudessem comprometer seu uso como substrato nos cultivos subseqüentes para a cultura do meloeiro.

Nos experimentos de primavera-verão realizou-se a semeadura dia 29/09/2004, em bandejas de poliestireno expandido, que foram previamente lavadas com água corrente e desinfetadas com água sanitária. Após, a semeadura preparou-se a solução

nutritiva na forma concentrada (macro e micronutrientes), para ser utilizada na fertirrigação das mudas e, posteriormente utilizá-la no preenchimento dos tanques de armazenamento da solução, conforme a concentração estabelecida pelo projeto. As mudas foram produzidas em uma estufa com as dimensões de 3,0 X 5,0 metros, num sistema flutuante de bancada com uma lâmina d'água aproximada de 5,0 cm. A condutividade elétrica inicial da solução foi de $0,9 \text{ dS.m}^{-1}$, e sempre que necessário corrigiu-se o pH mantendo-o em torno de 6,0 à 6,5.

Na semana que antecedeu o transplante foi realizada a programação da frequência de irrigações através dos temporizadores e a determinação da vazão de solução nutritiva fornecida em ambos sistemas de cultivo sem solo. Outro manejo realizado foi a irrigação até o ponto de saturação do substrato nos sacos de cultivo com água e posteriormente a drenagem do excesso, através de pequenos cortes, primeiramente na parte superior e depois na parte inferior dos sacos de cultivo.

O transplante das mudas foi realizado dia 04/11/2004 em ambos sistemas de cultivo sem solo (substrato e hidroponia). No cultivo em substrato as plantas foram transplantadas diretamente das bandejas para os sacos de cultivo com aproximadamente 12 litros de casca de arroz *in natura* já anteriormente preenchidos manualmente através de baldes plásticos com o substrato. Os sacos de cultivo, com casca de arroz foram dispostos nos canais conforme espaçamento proposto no projeto, os quais foram irrigados e, após, perfurados na base para drenagem do lixiviado. No sistema hidropônico as plantas foram transplantadas com raiz nua (após a lavagem com água para a retirada do excesso da vermiculita utilizada como substrato) diretamente para o interior dos canais de cultivo revestidos com filme plástico dupla face branco/preto.

Durante o transplante o sistema de irrigação foi mantido ligado continuamente para facilitar o pegamento das mudas. Após as plantas foram tutoradas através de dois sistemas de condução (1 haste e 2 hastes) com fio de ráfia e, cultivadas sob três concentrações de nutrientes da solução nutritiva (50, 75 e 100%) da concentração original segundo Castro (1999) correspondendo respectivamente aos valores da condutividade elétrica inicial ($0,9$; $1,3$ e $1,8 \text{ dS.m}^{-1}$). Foram amostradas 20 mudas e fracionadas em folhas e caule para obtenção de peso seco e fresco inicial através de

pesagem em balança de precisão, assim como, a área foliar foi medida em laboratório por um aparelho medidor de imagem (LI-COR, 3100).

Durante o período experimental foi realizado diariamente o monitoramento do ambiente da estufa através da abertura e fechamento das aberturas laterais e frontais, além do controle da solução nutritiva através de medidas de pH, condutividade elétrica e temperatura da solução nos canais de cultivo, nos tanques de armazenamento e no substrato. A reposição da solução nutritiva foi realizada quando a condutividade elétrica inicial diminuiu ou aumentou em 20%, através, respectivamente, da adição de solução estoque concentrada ou somente água. O pH da solução foi mantido numa faixa de $6,5 \pm 0,3$ através da adição de solução ácida ou básica, conforme a necessidade.

Nas plantas conduzidas com uma haste se efetuou a retirada de todas as emissões de brotações secundárias nas axilas até a 8ª folha, e a partir da 9ª axila foliar se permitiu o crescimento de ramos secundários, podados após a emissão de duas folhas. A partir da 12ª axila foliar permitiu-se a frutificação nos ramos secundários. Nas plantas conduzidas com duas hastes, a poda de condução teve início através do desponte das plantas acima da quarta folha verdadeira, quando essas apresentaram 5 a 6 folhas. Após tal procedimento, deixou-se ocorrer a emissão de hastes secundárias e, posteriormente, escolheram-se duas destas, que foram tutoradas. Nessas hastes secundárias se efetuou a retirada de todas as emissões de brotações terciárias nas axilas das folhas até a 8ª folha, e a partir da 9ª axila foliar se permitiu o crescimento de ramos terciários, os quais foram podados após a 2ª folha. A partir da 12ª axila foliar permitiu-se a frutificação nos ramos terciários.

As hastes foram tutoradas com fio de ráfia nos dois sistemas de condução, efetuando-se a poda apical das plantas quando atingiram o arame da parte superior da estufa (2,50 metros de altura da base do canal de cultivo até o fio de arame). O espaçamento entre plantas com uma haste foi de 0,45 m; já as plantas conduzidas com duas hastes tiveram um espaçamento inicial de 0,90 m entre plantas, entretanto, o espaçamento final foi de 0,45 m entre hastes para ambos os sistemas de condução, com uma densidade final de $2,66 \text{ hastes.m}^{-2}$. Além das podas de condução, realizaram-se podas de limpeza as quais se resumiram a eliminação de folhas senescentes presentes na parte inferior da planta.

Devido a ocorrência de doenças fúngicas (oídio), causado pelo fungo *Sphaerotheca fuliginea*, foi realizado o controle com fungicidas (*Benomyl*) na parte aérea das plantas, com pulverizador costal, conforme recomendação técnica. Pode-se afirmar que o controle foi eficiente, evitando possíveis perdas na produção de frutos, visto a alta produtividade alcançada nos experimentos de primavera-verão.

Aos 62 dias após o transplante foi realizada a avaliação final por método destrutivo das plantas, separando-as em três frações (folhas, caule e frutos), as quais foram avaliadas quanto a sua matéria fresca e seca (após secagem em estufa a uma temperatura de 80° C durante 48 horas as folhas e o caule e 96 horas os frutos). As frações obtidas a partir da desbrota das ramificações laterais, da desfolha, das podas e do raleio dos frutos foram incorporadas à fração folhas, caule e frutos. A biomassa total da planta correspondeu à soma da biomassa das folhas, do caule e dos frutos e a biomassa da parte aérea vegetativa correspondeu à soma das frações folhas e caule. Também foi determinada a área foliar através do equipamento medidor de imagem. Após a secagem, as diferentes frações, novamente, foram pesadas em balança de precisão, obtendo-se as suas respectivas massas secas. A retirada de todas as plantas, os restos culturais, fios de rafia e plásticos dos canais de cultivo se fez na seqüência, assim como, a limpeza e reparo das bombas, lavagem e desinfecção dos tanques e dos plásticos dos canais para serem reutilizados no cultivo posterior.

No cultivo de verão-outono todas as etapas anteriormente citadas foram realizadas novamente para condução dos experimentos, sendo que a semeadura ocorreu no dia 03/02/2005 e o transplante no dia 17/03/2005. Neste período de cultivo ocorreu uma intensificação da doença fúngica oídio causada pelo fungo *Sphaerotheca fuliginea* de forma bastante severa, provavelmente devido a uma maior presença de inóculo do experimento anterior. Fato que tornou necessário o controle químico semanal com fungicidas (*Benomyl*) durante todo o ciclo da cultura, desde o transplante até a colheita, na parte aérea do dossel vegetal, porém, as pulverizações realizadas não controlaram de maneira eficiente a doença. O oídio é muito comum nas épocas secas e quentes, as altas temperaturas e baixa luminosidade favorecem a doença, de modo que maiores danos são observados em culturas protegidas, podendo ocasionar em níveis elevados a morte dos tecidos da fração vegetativa das plantas (Rego, 1995).

Foi também observado a ocorrência do ataque de broca das cucurbitáceas (*Diaphania hyalinata* L.) em plantas já adultas, durante a fase de emissão de flores, não sendo necessário o controle químico com inseticidas. Aos 71 dias após o transplante foi realizada a avaliação final por método destrutivo das plantas, separando-as em três frações (folhas, caule e frutos), as quais foram avaliadas quanto a sua matéria fresca e seca (após secagem em estufa a uma temperatura de 80° C durante 48 horas as folhas e o caule e 96 horas os frutos). As frações obtidas a partir da desbrota das ramificações laterais, da desfolha, das podas e do raleio dos frutos foram incorporadas à fração folhas, caule e frutos. A biomassa total da planta correspondeu à soma da biomassa das folhas, do caule e dos frutos e a biomassa da parte aérea vegetativa correspondeu à soma das frações folhas e caule. Neste cultivo não foi avaliada a área foliar das plantas, devido ao comprometimento na integridade das folhas, ocasionada pela doença. Cabendo ressaltar que neste período experimental o crescimento das plantas foi visivelmente inferior às aquelas cultivadas na primavera-verão, bem como a menor produção de frutos com tamanho comercial.

ARTIGO 1

Crescimento do meloeiro cultivado em casca de arroz: efeito do número de hastes por planta e da concentração de nutrientes da solução nutritiva

Crescimento do meloeiro cultivado em casca de arroz: efeito do número de hastes por planta e da concentração de nutrientes da solução nutritiva

Eduardo M. Montezano¹ & Roberta M. N. Peil²

¹ Universidade Federal de Pelotas/ FAEM/ Depto. de Fitotecnia. Caixa Postal 354; 96010-900. Pelotas – RS. E-mail: emonte@via-rs.net

² Universidade Federal de Pelotas/ FAEM/ Depto. de Fitotecnia. Caixa Postal 354; 96010-900. Pelotas – RS. E-mail: rmpoil@ufpel.tche.br

RESUMO

Com o objetivo de avaliar o efeito de dois diferentes números de hastes por planta (uma haste e duas hastes) e de três concentrações de nutrientes da solução nutritiva (50, 75 e 100%), correspondendo respectivamente aos valores da condutividade elétrica inicial (0,9; 1,3 e 1,8 dS.m⁻¹) sobre o crescimento do meloeiro cultivado em substrato de casca de arroz “*in natura*”, com recirculação da solução nutritiva, foi realizado um experimento em duas épocas de cultivo (primavera-verão e verão-outono) no período de setembro de 2004 a maio de 2005 em estufa plástica, no Campo Didático e Experimental do Departamento de Fitotecnia da Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel” da Universidade Federal de Pelotas. A partir dos dados da matéria fresca e seca acumulada aos 62 e 71 dias após transplante, respectivamente nos cultivos de primavera-verão e verão-outono, foi determinada a produção e a distribuição de biomassa entre as diferentes partes das plantas. De acordo com os dados observados conclui-se que o número de hastes por planta afetou a matéria fresca e seca produzida, em ambas épocas de cultivo, sendo a produção por unidade de área favorecida quando as plantas foram conduzidas com uma haste. Em relação às diferentes concentrações de nutrientes conclui-se que na primavera-verão, houve uma tendência de incremento da produção e distribuição de matéria fresca e seca das plantas, à medida que se aumenta a concentração de nutrientes. Já no cultivo de verão-outono não foram observadas diferenças significativas entre as diferentes concentrações de nutrientes da solução nutritiva.

Palavras-chave: *Cucumis melo* L., cultivo sem solo, condutividade elétrica, matéria fresca, matéria seca.

ABSTRACT

Growth of melon cultivated in rice husk medium: effect of number of shoots by plant and nutrients concentration of the nutrient solution

With the objective to evaluate the effect of two different number of shoots by plant (one shoot and two shoots) and three salt concentration levels of the nutrient solution (50, 75 and 100%), corresponding respectively to the values of initial electrical conductivity (0,9; 1,3 and 1,8 dS.m⁻¹) on the growth of melon cultivated in substrate of rice husk “*in natura*”, performing recirculation of the nutrient solution. The experiment was set up in a plastic greenhouse during a 9-months time span (September 2004 – May 2005) at the Educational and Experimental Field of the Phytotechnical Department, FAEM, UFPel. Using data from fresh and dry matter accumulated on the 62^o and 71^o day after transplantation, respectively for the Spring-Summer and Summer-Autumn cultivations, biomass production and distribution between the different parts of the plants are determined. According to observed data, the conclusion is that the production of dry and fresh matter for both periods is influenced by the number of shoots used. Plants conducted with one shoot presented better results for produced matter by unit of area. The results to indicate for the Spring-Summer, to increase from fresh and dry matter accumulated according to increased nutrient concentration. In the Summer-Autumn crop not found differences significant between the three salt concentrations of the nutrient solution.

Keywords: *Cucumis melo* L., soilless cultivation, electrical conductivity, fresh matter, dry matter.

INTRODUÇÃO

No Brasil, o cultivo sem solo de hortaliças de frutos tem apresentado uma produtividade superior à atingida em cultivos no solo em ambiente protegido, sendo realizado em grande parte através de substratos (Moraes & Furlani, 1999; Fernandes *et al.*, 2002; Bacchi, 2004; Duarte, 2006). Este tipo de cultivo de plantas permite um controle rigoroso do meio radicular, particularmente dos aspectos relacionados com o fornecimento de água e nutrientes, facilitando assim uma forte intensificação da produção das hortaliças de frutos (Abad-Berjón, 1995). Vários resultados têm demonstrado que o cultivo do meloeiro em sistemas sem solo tem sido bastante utilizado, principalmente dos chamados frutos nobres, dos tipos gália e cantaloupe, que têm se adaptado muito bem a tais sistemas de cultivo (Bacchi, 2004; Andriolo *et al.*, 2005; Fagan, 2005; Duarte, 2006).

Nos sistemas de cultivo sem solo em substratos, uma especial atenção tem sido dada aos estudos voltados à utilização de substratos orgânicos de fácil obtenção e com possibilidade de reciclagem. A casca de arroz é um subproduto da indústria arroseira, que tem sido empregado com diversas finalidades, como combustível para fornos de secadores, recuperação de solo, cama de aviários (Gonçalves & Saccol, 1997), além de ser utilizado na composição de substratos agrícolas, seja na forma crua ou carbonizada (Peil *et al.*, 1994; Röber, 2000; Da Silva *et al.*, 2000; Fermino *et al.*, 2000; Calvete *et al.*, 2000; Bacchi, 2004; Duarte, 2006).

Um fator fundamental a considerar é a abundância de matéria-prima para o substrato requerido, o que é determinante para a sua adoção, tão importante quanto as suas próprias características físicas e químicas, o que torna a utilização da casca de arroz como substrato em sistemas de cultivo sem solo de grande interesse para a pesquisa em regiões orízícolas. Quando utilizada na forma de substrato em sistemas de cultivo sem solo, a casca de arroz apresenta boa inércia química, apresenta baixa taxa de decomposição e, do ponto de vista físico, é um material leve, com boa drenagem e aeração (Duarte, 2006).

Diferentes fatores, entre estes o número de hastes por planta (Barni *et al.*, 2003) e a composição da solução nutritiva (Bacchi, 2004; Andriolo *et al.*, 2005; Duarte, 2006), podem afetar o crescimento, assim como a produção e a distribuição de biomassa entre

as partes vegetativas e reprodutivas das hortaliças de frutos. A cultura do meloeiro necessita de vários tratamentos culturais específicos, para se obter elevada produtividade e frutos de boa qualidade (Costa & Grangeiro, 2003). As plantas de meloeiro podem ser conduzidas com haste única, duas hastes ou mais, sendo o tutoramento vertical o mais indicado na produção em ambiente protegido, podendo ser usados como tutores as redes agrícolas ou fios de ráfia. O tutoramento, juntamente com a poda, é uma prática necessária que estimula a emissão das hastes secundárias, reduz o vigor vegetativo da planta e permite a antecipação da emissão de flores femininas (Pereira & Marchi, 2000). Alguns resultados de pesquisa têm apontado que a condução de plantas com duas hastes é o sistema mais adequado para o meloeiro cultivado no solo em ambiente protegido, possibilitando um maior rendimento e uma distribuição mais equilibrada da energia da planta e dos fotoassimilados (Barni *et al.* 2003).

Não existe uma recomendação única de concentração salina da solução nutritiva adequada a ponto de atender às variações climáticas locais e sazonais que podem ocorrer para uma cultura. Sabe-se que, para cultivos em diferentes épocas do ano, deve-se adequar a concentração salina da solução nutritiva, devido ao descompasso na absorção de água e nutrientes pelas plantas (Steijn, 1995) e, em alguns casos, são recomendadas soluções diferentes para o verão e para o inverno (Martinez & Barbosa, 1996).

O conhecimento do adequado manejo das culturas utilizando substratos como meio de cultivo desperta um grande interesse, quando se propõe sua adoção de forma comercial. Conhecer o comportamento das culturas e estabelecer as práticas culturais apropriadas a esta nova situação permitirá melhorar o seu rendimento comercial e minimizar os possíveis impactos da atividade agrícola ao ambiente.

Assim, o presente trabalho tem por objetivo estudar o crescimento do meloeiro cultivado em substrato de casca de arroz "*in natura*", sob dois diferentes números de hastes por planta e três diferentes concentrações de nutrientes da solução nutritiva, em duas épocas de cultivo com diferentes disponibilidades radiativas. Para tanto, buscar-se-á estudar e quantificar o crescimento da cultura, considerando como variáveis básicas a produção e a distribuição de biomassa fresca e seca entre os diferentes órgãos aéreos da planta.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma estufa plástica, em duas épocas de cultivo (primavera-verão e verão-outono), no período de setembro de 2004 a maio de 2005, no Campo Didático e Experimental do Departamento de Fitotecnia, da Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, da Universidade Federal de Pelotas. A estufa utilizada era do modelo “arco pampeana”, de estrutura metálica, coberta com filme plástico de polietileno de baixa densidade de 150 μm de espessura, disposta no sentido norte-sul. Nos dias 29/09/2004 (primavera-verão) e 03/02/2005 (verão-outono) foram realizadas as sementeiras para a produção das mudas com a cultivar de meloeiro Hale’s Best Jumbo, de frutos climatéricos do tipo rendilhado. As mudas de meloeiro foram produzidas em bandejas de poliestireno expandido de 72 células, com substrato de vermiculita em sistema flutuante (*floating*). Nesta fase inicial, utilizou-se a solução nutritiva indicada por Castro (1999) para a cultura do meloeiro (NO_3^- : 12,25; H_2PO_4^- : 1,25; SO_4^{2-} : 1,4; NH_4^+ : 0,8; K^+ : 5,5; Ca^{+2} : 4,0; Mg^{+2} : 1,0; expresso em mmol/litro), na concentração de 50 % (exceto os micronutrientes, que foram fornecidos na concentração original; Fe: 4,0; Mn: 0,56; Zn: 0,26; B: 0,22; Cu: 0,03; Mo: 0,05; expresso em mg/litro) correspondendo a uma condutividade elétrica inicial de 0,9 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$.

Nos dias 04/11/2004 e 17/03/2005, respectivamente nos cultivos de primavera-verão e verão-outono, as mudas foram individualmente transplantadas (com aproximadamente seis folhas verdadeiras) para os sacos de cultivo, contendo 12 litros de casca de arroz *in natura*, perfurados na base para permitir a drenagem da solução nutritiva excedente à capacidade máxima de retenção de água do substrato, dispostos em canais de madeira revestidos com plástico dupla face branco/preto. A solução era distribuída nas linhas de cultivo através de mangueiras de polietileno flexível e gotejadores localizados na base de cada planta, com intervalos de tempo pré-determinados pelo temporizador, com a vazão média de 1,6 $\text{litro}\cdot\text{planta}\cdot\text{dia}^{-1}$. O conjunto moto bomba era acionado durante 4 minutos a cada 1 hora, no período diário (das 8:00 h às 18:00 h) e, no período noturno, o sistema era mantido desligado. Os tanques de armazenamento da solução nutritiva, em número de três (um para cada linha dupla do canal de cultivo/concentração da solução) eram de fibra de vidro em formato cilíndrico, com capacidade para 500 litros cada.

O primeiro fator experimental estudado foi o número de hastes por planta (plantas com haste única ou com duas hastes). Nas plantas conduzidas com uma haste se efetuou a retirada de todas as emissões de brotações secundárias nas axilas até a 8ª folha, e a partir da 9ª axila foliar se permitiu o crescimento de ramos secundários, podados após a emissão de duas folhas. A partir da 12ª axila foliar permitiu-se a frutificação nos ramos secundários. Nas plantas conduzidas com duas hastes, a poda de condução teve início através do desponde das plantas acima da quarta folha verdadeira, quando essas apresentaram 5 a 6 folhas. Após tal procedimento, deixou-se ocorrer a emissão de hastes secundárias e, posteriormente, escolheram-se duas destas, que foram tutoradas. Nessas hastes secundárias se efetuou a retirada de todas as emissões de brotações terciárias nas axilas das folhas até a 8ª folha, e a partir da 9ª axila foliar se permitiu o crescimento de ramos terciários, os quais foram podados após a 2ª folha. A partir da 12ª axila foliar permitiu-se a frutificação nos ramos terciários.

As hastes foram tutoradas com fio de ráfia nos dois sistemas de condução, efetuando-se a poda apical das plantas quando atingiram o arame da parte superior da estufa (2,50 metros de altura da base do canal de cultivo até o fio de arame). O espaçamento entre plantas com uma haste foi de 0,45 m; já as plantas conduzidas com duas hastes tiveram um espaçamento inicial de 0,90 m entre plantas, entretanto, o espaçamento final foi de 0,45 m entre hastes para ambos os tratamentos, com uma densidade final de 2,66 hastes.m⁻².

Além das podas de condução, realizaram-se podas de limpeza as quais se resumiram a eliminação de folhas senescentes presentes na parte inferior da planta.

O segundo fator experimental estudado foi a concentração de nutrientes da solução nutritiva em três níveis (50, 75 e 100%), com base na solução recomendada por Castro (1999) para a cultura do meloeiro em substrato de lã de rocha, correspondendo, respectivamente, às condutividades elétricas iniciais de 0,9; 1,3 e 1,8 dS.m⁻¹, sendo que os micronutrientes foram mantidos na concentração original nos três tratamentos. A solução nutritiva foi monitorada diariamente através das medidas de condutividade elétrica (condutímetro manual) e de pH (peagômetro manual) nos tanques de armazenamento da solução. A reposição da solução nutritiva foi realizada quando a condutividade elétrica inicial diminuiu ou aumentou em 20%, através,

respectivamente, da adição de solução estoque concentrada ou somente água. O pH da solução foi mantido numa faixa de $6,5 \pm 0,3$ através da adição de solução ácida ou básica, conforme a necessidade.

Os tratamentos experimentais foram distribuídos em três linhas duplas de cultivo (6 canais de cultivo), com 7,5 metros de comprimento, e distância interna de 0,50 metros e caminho de 1,20 metros. A colheita foi realizada quando os frutos atingiram o ponto ideal de colheita (determinado através do desenvolvimento da capa de abscisão na inserção do pedúnculo e do conteúdo de açúcares $\geq 9^\circ$ Brix).

Os dados referentes à radiação solar global externa acumulada nos dois ciclos de cultivo foram obtidos na Estação Agroclimatológica da UFPel, localizada a aproximadamente 800 metros do local dos experimentos, com valores acumulados de $1287,18 \text{ MJ.m}^{-2}$ na primavera-verão e $719,14 \text{ MJ.m}^{-2}$ no verão-outono.

Com o objetivo de quantificar o crescimento da cultura foi determinada a biomassa aérea (matéria fresca e seca) acumulada ao final dos ciclos de cultivo, selecionando-se 6 plantas por tratamento (duas plantas por repetição). As plantas foram segmentadas em três frações (folhas, caule e frutos), as quais foram avaliadas quanto a sua matéria fresca e seca (após secagem em estufa a uma temperatura de 80° C durante 48 horas as folhas e o caule e 96 horas os frutos). As frações obtidas a partir da desbrota das ramificações laterais, da desfolha, das podas e do raleio dos frutos foram incorporadas à fração folhas, caule e frutos. A biomassa total da planta correspondeu à soma da biomassa das folhas, do caule e dos frutos e a biomassa da parte aérea vegetativa correspondeu à soma das frações folhas e caule. A partir desses dados, se determinou a distribuição proporcional da matéria fresca e seca entre os diferentes órgãos da planta, bem como, estabeleceram-se relações entre a matéria seca produzida pelas diferentes partes da planta. Adicionalmente, no experimento de primavera-verão, avaliou-se a área foliar das plantas no final do cultivo, através de um equipamento medidor de imagens (LI-COR, modelo 3100).

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado em esquema bifatorial (2×3), totalizando 6 tratamentos. O fator 1 foi o número de hastes por planta (uma haste e duas hastes) e o fator 2 foi as diferentes concentrações de nutrientes da solução nutritiva expressas pela condutividade elétrica inicial (0,9; 1,3 e

1,8 dS.m⁻¹), com três repetições compostas de duas plantas. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e a comparação de médias pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises de variância dos dados indicaram que não houve interação entre os fatores número de hastes por planta e concentração de nutrientes da solução nutritiva para todas as variáveis analisadas em ambos os ciclos de cultivo. A matéria fresca alocada para os frutos variou de 72 a 80% (Tabela 1), sendo que para a matéria seca alocada para os frutos os resultados variaram de 58 a 68% (Tabela 2) do total da parte aérea da planta no cultivo de primavera-verão, comprovando que os frutos foram os órgãos drenos de fotoassimilados mais significativos da planta. Dados esses semelhantes aos resultados encontrados em outras pesquisas, que variam de 49 a 66%, com base na matéria seca (Valantin *et al.*, 1999; Bacchi, 2004; Fagan, 2005; Duarte, 2006). Já no cultivo de verão-outono a matéria seca alocada para os frutos não ultrapassou 30% (Tabela 2).

O peso fresco médio dos frutos não diferiu significativamente no cultivo de primavera-verão para ambos os fatores em estudo, cabendo ressaltar que todos os resultados apresentaram médias consideradas ótimas (Tabela 1). Comportamento similar, nesta mesma época obteve-se para a variável peso seco médio dos frutos (Tabela 2). No cultivo de verão-outono, os resultados do peso fresco médio dos frutos não diferiram significativamente para ambos fatores, entretanto, apresentaram médias abaixo do peso mínimo dos frutos (≥ 500 gramas), recomendado para comercialização (Bleinroth 1994; Sousa *et al.* 1999).

Na primavera-verão, o rendimento de frutos (Tabela 1) atingiu níveis semelhantes aos citados por Alarcón *et al.* (1999) em substrato de lã de rocha e Duarte (2006) em substrato de casca de arroz “*in natura*” para melão rendilhado, respectivamente de 11,0 kg.m⁻² e 9,2 kg.m⁻² e superiores aos encontrados por Andriolo *et al.* (2005) de 6,2 kg.m⁻², também para cultivo de meloeiro em substrato comercial.

As diferenças observadas entre as médias da biomassa fresca e seca das plantas cultivadas na primavera-verão e no verão-outono são extremamente relevantes,

permitindo caracterizar de forma clara a influência da radiação solar disponível no crescimento das mesmas, bem como sobre a produção e distribuição da biomassa entre os diferentes órgãos das plantas. Tais resultados se justificam pela menor disponibilidade de radiação solar no período de verão-outono em relação ao período de primavera-verão, além da ocorrência de doenças fúngicas com maior intensidade.

Dados referentes à radiação solar global externa acumulada durante os diferentes períodos experimentais demonstram que no cultivo de verão-outono a disponibilidade radiativa foi apenas 55,8 % do total da radiação solar disponível no período de primavera-verão. Diferença que fez com que houvesse variações visíveis entre o crescimento das plantas cultivadas no período de primavera-verão e no verão-outono, afetando a produção e a distribuição de biomassa fresca e seca das plantas e reduzindo o índice de pegamento de frutos (conforme observado pelo baixo número de frutos produzidos por planta; tabela 1). Os dados de radiação solar justificam também, de certa forma, a severidade com que as doenças fúngicas, principalmente o oídio (*Sphaerotheca fuliginea*), afetaram toda parte aérea das plantas, no cultivo de verão-outono, devido às condições de baixa luminosidade que favoreceram a intensificação da doença.

Efeito do número de hastes por planta

A produção por unidade de área de matéria fresca (Tabela 1) e seca (Tabela 2) total da planta e da fração vegetativa foi superior quando as plantas foram conduzidas com uma haste, em ambas épocas de cultivo. No entanto, a matéria fresca (Tabela 1) e seca (Tabela 2) dos frutos no cultivo de verão-outono não foi afetada pelo número de hastes por planta. Já na primavera-verão, a matéria fresca e seca produzidas pela fração frutos foi também significativamente superior no cultivo com uma haste. Em suma, plantas com uma haste apresentaram maior crescimento do conjunto de plantas por unidade de área (maior produção de matéria seca vegetativa em ambas as épocas de cultivo) e generativa (na primavera-verão, onde ocorreu maior disponibilidade de radiação solar).

Dados esses que corroboram a afirmativa de que diversos fatores interferem na produção da matéria seca das partes vegetativas e dos frutos, dentre eles a densidade

de plantas (Papadoupoulos & Pararajasingham, 1997; Andriolo, 1999; Peil, 2000), visto que nesse experimento plantas conduzidas com uma haste e duas hastes apresentaram espaçamentos iniciais diferentes.

A maior produção de matéria seca total estaria relacionada, em parte, com uma maior quantidade total de energia solar interceptada inicialmente pelo dossel mais adensado numa mesma unidade de área, visto que o comportamento entre plantas conduzidas com uma haste e duas hastes não foi similar, embora apresentando uma mesma densidade final do número de hastes.m⁻². Analisando-se individualmente o crescimento das hastes, os resultados sugerem que, primeiramente, a poda inicial (desponte da haste primária) ocasionou um atraso no crescimento das hastes e, posteriormente, que a competição por fotoassimilados entre as duas hastes de uma mesma planta é mais severa do que entre plantas com hastes únicas. O que sugere uma superioridade na força de fonte do conjunto de plantas de haste única, beneficiando a produção de matéria seca e fresca das plantas, conforme relatado por Cockshull & Ho (1995) para a cultura do tomateiro.

De acordo com os resultados referentes ao índice de área foliar (IAF) do dossel vegetal, no cultivo de primavera-verão, as plantas conduzidas com uma haste apresentaram um valor significativamente superior (IAF=1,79), em relação ao encontrado nas plantas conduzidas com duas hastes (IAF=1,30). Resultados que nos permitem afirmar que o número de hastes por planta afetou a área foliar e, conseqüentemente, a força de fonte do dossel.

Na primavera-verão a população de plantas conduzidas com uma haste apresentaram médias superiores da matéria fresca (Tabela 1) e seca (Tabela 2) devido a maior produção de matéria fresca e seca dos frutos e da fração vegetativa. A maior produção de matéria fresca e seca dos frutos foi conseqüência do maior número de frutos produzidos por m² (Tabela 1), e não de um maior peso médio (fresco e seco; tabelas 1 e 2) dos frutos, que não diferiu entre as plantas conduzidas com duas ou uma haste. No verão-outono, as plantas conduzidas com uma haste proporcionaram uma produção de matéria fresca por unidade de área significativamente superior, devido a maior produção de matéria fresca (Tabela 1) e seca (Tabela 2) da fração vegetativa, uma vez que a matéria fresca e seca dos frutos não variou entre o número de hastes.

Porém, o número de frutos por m^{-2} (Tabela 1), nas plantas conduzidas com uma haste, foram significativamente superiores em relação às aquelas conduzidas com duas hastes no cultivo de verão-outono.

Entretanto, as relações fruto/planta [tanto com base na matéria fresca (Tabela 1) como na matéria seca (Tabela 2)] e fração vegetativa/planta (com base na matéria seca; tabela 3) não apresentaram diferenças estatísticas significativas em ambos os ciclos, com exceção das relações fruto/planta e fração vegetativa/planta (com base na matéria seca) que foi superior nas plantas conduzidas com duas hastes no ciclo de verão-outono. Este último resultado sugere que estas plantas, apesar de menor produção de matéria seca vegetativa (Tabela 2) foram mais eficientes em direcionar os fotoassimilados para um menor número de frutos presentes na planta (Tabela 1) nas condições de baixa disponibilidade de radiação solar deste período de cultivo. Como consequência, a distribuição proporcional de matéria seca para os frutos foi favorecida em prejuízo da distribuição para a fração vegetativa (dada pela menor relação fração vegetativa/planta; tabela 3). Porém, a distribuição de matéria seca entre os órgãos vegetativos aéreos das plantas (dada pelas relações caule/fração vegetativa e folhas/fração vegetativa) não se viu afetada neste ciclo de cultivo (Tabela 3). Já, no ciclo de primavera-verão, a participação proporcional do caule na composição da totalidade da fração vegetativa foi maior e, conseqüentemente, a participação das folhas, menor nas plantas com haste única (Tabela 3).

No ciclo de primavera-verão, os teores de matéria seca (Tabela 3) dos órgãos aéreos das plantas pouco foram afetados pelo número de hastes por planta, exceto o do caule, que foi superior nas plantas com duas hastes. Pode-se afirmar que os dados médios encontrados para estas variáveis se aproximam ou até mesmo superam aos encontrados por outros autores em cultivos de meloeiro em substrato de casca de arroz (Bacchi, 2004; Duarte, 2006). Já, no verão-outono, houve uma significativa redução do teor de matéria seca dos órgãos vegetativos aéreos nas plantas conduzidas com duas hastes, indicando que houve uma intensificação, ainda maior, da competição por fotoassimilados entre as duas hastes de uma mesma planta, devido às condições de menor disponibilidade de radiação solar deste ciclo.

Efeito da concentração de nutrientes da solução nutritiva

Analisando-se os resultados obtidos durante o cultivo de primavera-verão observou-se que o aumento da concentração de nutrientes da solução nutritiva provocou uma tendência de elevação da produção de matéria fresca e seca da planta, devido a uma maior produção de matéria fresca e seca dos frutos (Tabelas 1 e 2). Entretanto, o número de frutos produzidos (Tabela 1), o peso fresco (Tabela 1) e seco (Tabela 2) médios dos frutos, a distribuição proporcional de matéria fresca (Tabela 1) e seca (Tabela 2) para a fração frutos e o teor de matéria seca destes órgãos (Tabela 3) não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre as diferentes concentrações de nutrientes. Uma vez que as duas variáveis componentes da produção de frutos (número e peso fresco e seco médios) não apresentaram diferenças estatísticas entre as concentrações avaliadas. A maior produção de matéria fresca e seca de frutos, obtida conforme se elevou a concentração de nutrientes, se originou da combinação de valores numericamente superiores para ambas as variáveis.

A produção de matéria fresca (Tabela 1) e seca (Tabela 2) da fração vegetativa, bem como, a participação proporcional do caule e das folhas na composição da matéria seca desta fração e os teores de matéria seca destes órgãos (Tabela 3), também não foram afetadas pela variação da concentração de nutrientes da solução nutritiva. Os resultados da distribuição de matéria seca da fração vegetativa (Tabela 3), demonstrados através das relações de matéria seca das folhas/fração vegetativa e caule/fração vegetativa, com valores médios de 0,68/0,32 (Tabela 3), não diferiram significativamente entre as diferentes concentrações de nutrientes da solução nutritiva e foram similares nas duas épocas de cultivo e semelhante aos relatados por outros autores (Valantin *et al.* 1999; Duarte, 2006).

Adicionalmente, de acordo com os resultados do IAF do dossel vegetal (1,33 à 1,66; sem diferenças estatísticas significativas) na primavera-verão, não houve influência significativa da concentração de nutrientes na área foliar das plantas. Esse conjunto de resultados permite afirmar que a alocação de fotoassimilados para as folhas, e o crescimento vegetativo não foram afetados de maneira significativa pela variação da concentração de nutrientes. Comportamento semelhante foi observado por

Bacchi (2004) em plantas de meloeiro cultivadas em substrato de casca de arroz “*in natura*” nesta mesma época.

No período de verão-outono, a variação da concentração de nutrientes da solução nutritiva não afetou nenhuma das variáveis de crescimento estudadas (Tabelas 1, 2 e 3). A menor disponibilidade de radiação solar deste período, uma vez que esta é a base para a fotossíntese e o crescimento, impediu que uma maior disponibilidade de nutrientes da solução nutritiva se manifestasse através do aumento da produção de matéria fresca e seca dos órgãos aéreos das plantas, de maneira semelhante ao já observado por Strassburger (2007) para a cultura da abobrinha italiana cultivada em condições similares às do presente trabalho.

Apesar da tendência observada de aumento dos valores, na primavera-verão, para todas as variáveis analisadas não foram demonstradas diferenças estatisticamente significativas quando se reduziu a concentração dos nutrientes da solução nutritiva, através da diminuição da condutividade elétrica de 1,8 para 1,3 dS.m⁻¹. Comportamento semelhante foi observado por Bacchi (2004) e Duarte (2006), para a mesma cultura em substrato de casca de arroz, onde a solução nutritiva menos concentrada não limitou o crescimento e a produtividade das plantas. A alta solubilidade dos nutrientes e a frequência de irrigação nos sistemas de cultivo sem solo propiciam um fornecimento contínuo de nutrientes às raízes, que os absorvem e os utilizam com maior eficiência, mesmo em concentrações mais baixas (López-Gálvez & Peil, 2000).

De acordo com os resultados discutidos, conclui-se que a disponibilidade de radiação solar do período de cultivo exerce forte influência no crescimento, produção e distribuição de biomassa de plantas de meloeiro cultivadas em substrato. Os frutos são os maiores drenos de fotoassimilados somente no cultivo de primavera-verão, com alta disponibilidade de radiação solar. No cultivo de verão-outono, sugere-se que se antecipe o ciclo da cultura, para não haver um comprometimento da produção de matéria fresca e seca. Quanto ao número de hastes por planta, pode-se concluir que a competição por fotoassimilados entre as duas hastes de uma mesma planta é maior do que entre plantas com hastes únicas, o que prejudica o crescimento da cultura. Dados esses que permitem afirmar que duas hastes de uma mesma planta não se comportam de igual maneira que duas plantas com haste única. Em relação à concentração de

nutrientes, na faixa de condutividade elétrica estudada (0,9 a 1,8 dS.m⁻¹), conclui-se que na primavera-verão há uma resposta positiva de incremento da produção de biomassa fresca e seca dos frutos e das plantas com o aumento da concentração de nutrientes. No cultivo de verão-outono, devido à baixa disponibilidade de radiação solar, as plantas não respondem a um aumento da concentração de nutrientes da solução nutritiva.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABAD-BERJÓN M. 1995. Substratos para el cultivo sin suelo. In: NUEZ F (Coord). *El cultivo del tomate*. Madrid: Mundi-Prensa, p.131-166.
- ALARCÓN AL; MADRID R; EGEA C; GUILLÉN I. 1999. Calcium deficiency provoked by the application of different forms and concentrations of Ca²⁺ to soilless cultivated muskmelons. *Scientia Horticulturae*. 81:89-102.
- ANDRIOLO JL. 1999. *Fisiologia das culturas protegidas*. Santa Maria: UFSM, 142p.
- ANDRIOLO JL; LUZ GL da; BORTOLOTTO OC; GODOI R dos S. 2005. Produtividade e qualidade de frutos de meloeiro cultivado em substrato com três doses de solução nutritiva. *Ciência Rural*. 35: 781-787.
- BACCHI S. 2004. *Crescimento, eficiência no uso da água e dos nutrientes e relações de contaminação do meloeiro cultivado em substrato de casca de arroz*. Pelotas: UFPel. 59p. (Dissertação Mestrado).
- BARNI V; BARNI NA; SILVEIRA JRP. 2003. Meloeiro em estufa: duas hastes é o melhor sistema de condução. *Ciência Rural*. 33: 1039-1043.
- BLEINROTH EW. 1994. Determinação do ponto de colheita. In: NETTO AG; GAYET JP; BLEINROTH EW; MATALLO M; GARCIA EEC; GARCIA AE; ARDITO EFG; BORDIN MR. *Melão para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita*. Brasília: EMBRAPA. p. 11-22.
- CALVETE EO; KÄMPF AN; DAUDT RHS. 2000. Efeito do substrato na aclimatização *ex-vitro* de morangueiro cv. Campinas, *Fragaria x ananassa* Duch. In: *Substrato para plantas: a base da produção vegetal em recipientes*. Porto Alegre: Gênese. p. 257-264.

- CASTRO AC. 1999. Formulaci3n de la soluci3n nutritiva: par3metros de ajuste. In: MILAGROS MF; G3MEZ IMC (Edits). *Cultivo sin suelo II*. Almeria: Curso Superior de Especializaci3n/DGIFA/FIAPA/Caja Rural de Almeria. p. 257-266.
- COCKSHULL KE; HO LC. 1995. Regulation of tomato fruit size by plant density and truss thinning. *Journal of Horticultural Science*. 70: 395-407.
- COSTA ND; GRANGEIRO LC. 2003. Manejo cultural. In: SILVA HR da; COSTA ND (ed). *Mel3o, Produ33o Aspectos T3cnicos*. Embrapa: Bras3lia. p. 86-88. (Frutas do Brasil; 33).
- DA SILVA L; PORTO MDM; K3MPF AN. 2000. Caracter3sticas qu3micas e f3sicas de substratos 3 base de turfa e casca de arroz carbonizada. In: *Substrato para plantas: a base da produ33o vegetal em recipientes*. Porto Alegre: G3nesis. p. 235-240.
- DUARTE T da S. 2006. *Crescimento do meloeiro cultivado em substrato de casca de arroz com solu33o nutritiva recirculante*. Pelotas: UFPel. 116p. (Tese Doutorado).
- FAGAN ED. 2005. *Regime de irriga33o e densidade de frutos na produ33o do mel3o hidrop3nico*. Santa Maria: UFSM. 60p. (Disserta33o Mestrado).
- FERMINO MH; TRENTIN AL; K3MPF AN. 2000. Caracteriza33o f3sica e qu3mica de materiais alternativos para composi33o de substratos para plantas: res3duos industriais e agr3colas. In: *Substrato para plantas: a base da produ33o vegetal em recipientes*. Porto Alegre: G3nesis. p. 241-248.
- FERNANDES AA; MARTINEZ HEP; FONTES PCR. 2002. Produtividade, qualidade dos frutos e estado nutricional do tomateiro tipo longa vida conduzido com um cacho, em cultivo hidrop3nico, em fun333o das fontes de nutrientes. *Horticultura Brasileira*. 20: 564-570.
- GON3ALVES MBF; SACCOL AG de F. 1997. *Alimenta33o animal com res3duo de arroz*. Bras3lia: Embrapa. 70p.
- L3PEZ GALV3Z LJ; PEIL RM. 2000. La modernidad del sistema de producci3n hort3cola en el sudeste espa3ol. *Plasticulture*. 119: 44-81.
- MARTINEZ HEP; BARBOSA JG. 1996. *O cultivo de flores sob hidroponia*. Vi3osa: UFV. 25p. (Boletim de Extens3o; 38).
- MORAES CAG; FURLANI PR. 1999. Cultivo de hortali33as de frutos em hidroponia em ambiente protegido. *Informe Agropecu3rio*. Belo Horizonte: EPAMIG 20: 105-113.

- PAPADOUPOULOS AP; PARARAJASINGHAM S. 1997. The influence of plant spacing on light interception and use in greenhouse tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.): a review. *Scientia Horticulturae*. Harrow: Agriculture and Agri-Food Canada. 69:1-29.
- PEIL RMN; BOONYAPORN S; SAKUMA H. 1994. Effect of different kind of media on the growth of tomato in soilless culture. *Reports on experiments in vegetable crops production course: text book*. Tsukuba: Tsukuba International, Agricultural Training Centre. 53: 67-73.
- PEIL RMN. 2000. *Radiación solar interceptada y crecimiento Del pepino cultivado en NFT*. Almería: Universidad de Almería. 210p. (Tese Doutorado).
- PEREIRA C; MARCHI G. 2000. *Cultivo comercial em estufas*. Guaíba: Agropecuária. 118p.
- RÖBER R. 2000. Substratos hortícolas: possibilidades e limites de sua composição e uso; exemplos da pesquisa, da indústria e do consumo. In: KÄMPF AN. *Substrato para plantas: a base da produção vegetal em recipientes*. Porto Alegre: Gênese. p. 123-138.
- SOUSA VF de; RODRIGUES BHN; ATHAYDE SOBRINHO C; COELHO EF; VIANA FMP; SILVA PHS da. 1999. *Cultivo do meloeiro sob fertirrigação por gotejamento no meio-norte do Brasil*. Teresina: Embrapa Meio-Norte. 68p. (Circular técnica, 21).
- STEIJN B. 1995. *Training course on soilless cultivation of vegetables*. Wageningen: ISOSC. 79p.
- STRASSBURGER AS. 2007. *Crescimento da abobrinha italiana cultivada em substrato de casaca de arroz in natura com recirculação da solução nutritiva em duas estações de cultivo*. Pelotas: UFPel. 108p. (Dissertação Mestrado).
- VALANTIN M; GARY C; VAISSIÉRI BE; FROSSARD JS. 1999. Effect of load on partitioning of dry matter and energy in cantaloupe (*Cucumis melo* L.). *Annals of Botany*. 84: 173-181.

TABELAS

Tabela 1. Efeito do número de hastes por planta e da concentração de nutrientes, expressa através da condutividade elétrica inicial da solução nutritiva, sobre a matéria fresca acumulada pela planta ¹, os frutos, a fração vegetativa ², a relação fruto/planta, o peso médio e o número de frutos do meloeiro cultivado em substrato de casca de arroz *in natura* em duas épocas de cultivo. Pelotas, UFPel, 2005.

Época de cultivo	Número de hastes	Matéria Fresca					
		Planta (g.m ⁻²)	Frutos (g.m ⁻²)	Fração vegetativa (g.m ⁻²)	Relação fruto/planta (g.g ⁻¹)	Peso médio frutos (g)	Número de frutos/m ²
Primavera Verão	1 haste	14013,0 a ⁴	10380,0 a	3633,0 a	0,74 a	1038,0 a	10,0 a
	2 hastes	9291,0 b	7446,0 b	1845,0 b	0,80 a	1020,0 a	7,3 b
Verão Outono	1 haste	3606,0 a	1347,0 a	2259,0 a	0,37 a	328,5 a	4,1 a
	2 hastes	2589,0 b	1092,0 a	1497,0 b	0,42 a	420,0 a	2,6 b
Condutividade elétrica ³ (dS.m ⁻¹)							
Primavera Verão	0,9	9504,0 b	7437,0 b	2067,0 a	0,78 a	864,7 a	8,6 a
	1,3	11401,0 ab	8292,0 ab	3109,0 a	0,72 a	1105,6 a	7,5 a
	1,8	14051,0 a	11010,0 a	3041,0 a	0,78 a	1112,1 a	9,9 a
Verão Outono	0,9	2587,0 a	1264,0 a	1323,0 a	0,48 a	407,7 a	3,1 a
	1,3	3389,0 a	1326,0 a	2063,0 a	0,39 a	358,3 a	3,7 a
	1,8	3317,0 a	1069,0 a	2248,0 a	0,32 a	323,9 a	3,3 a

Nota: ¹ Matéria fresca da planta corresponde a parte aérea (folhas + caule + pecíolos + frutos).

² Matéria fresca da fração vegetativa corresponde a soma: folhas + caule + pecíolos.

³ Concentração de nutrientes expressa através da condutividade elétrica da solução nutritiva, inicialmente estabelecida para cada tratamento.

⁴ Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem, dentro de cada fator e época de cultivo, significativamente pelo Teste de Tukey (P ≤ 5%).

Tabela 2. Efeito do número de hastes por planta e da concentração de nutrientes, expressa através da condutividade elétrica da solução nutritiva, sobre a matéria seca acumulada pela planta ¹, os frutos, a fração vegetativa ², a relação fruto/planta e o peso médio de frutos do meloeiro cultivado em substrato de casca de arroz *in natura* em duas épocas de cultivo. Pelotas, UFPel, 2005.

Época de cultivo	Número de hastes	Matéria Seca				
		Planta (g.m ⁻²)	Frutos (g.m ⁻²)	Fração vegetativa (g.m ⁻²)	Relação fruto/planta (g.g ⁻¹)	Peso médio frutos (g)
Primavera Verão	1 haste	987,0 a ⁴	609,2 a	377,8 a	0,62 a	60,9 a
	2 hastes	674,0 b	462,0 b	212,0 b	0,68 a	63,2 a
Verão Outono	1 haste	337,2 a	57,8 a	279,4 a	0,17 b	14,0 a
	2 hastes	150,2 b	44,5 a	105,7 b	0,30 a	17,1 a
Condutividade elétrica ³ (dS.m ⁻¹)						
Primavera Verão	0,9	689,3 b	463,8 b	225,5 a	0,67 a	53,9 a
	1,3	821,5 ab	478,4 ab	343,1 a	0,58 a	63,8 a
	1,8	980,6 a	664,5 a	316,1 a	0,68 a	67,1 a
Verão Outono	0,9	201,4 a	55,7 a	145,7 a	0,27 a	17,9 a
	1,3	280,8 a	55,9 a	224,9 a	0,20 a	15,1 a
	1,8	249,0 a	41,9 a	207,1 a	0,17 a	12,7 a

Nota: ¹ Matéria seca da planta corresponde a parte aérea (folhas + caule + pecíolos + frutos).

² Matéria seca da fração vegetativa corresponde a soma: folhas + caule + pecíolos.

³ Concentração de nutrientes expressa através da condutividade elétrica da solução nutritiva, inicialmente estabelecida para cada tratamento.

⁴ Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem, dentro de cada fator e época de cultivo, significativamente pelo Teste de Tukey (P ≤ 5%).

Tabela 3. Efeito do número de hastes por planta e da concentração de nutrientes, expressa através da condutividade elétrica da solução nutritiva, sobre o teor de matéria seca da planta, nos frutos, na fração vegetativa ¹, no caule, nas folhas e nas relações da matéria seca da fração vegetativa/planta, do caule/fração vegetativa e das folhas/fração vegetativa do meloeiro cultivado em meloeiro cultivado em substrato de casca de arroz *in natura* em duas épocas de cultivo. Pelotas, UFPel, 2005.

Época de cultivo	Número de hastes	Teor de matéria seca (%)				Relação de matéria seca		
		Frutos	Fração Vegetativa	Caule	Folhas	Fração vegetativa/planta (g.g ⁻¹)	Caule/fração vegetativa (g.g ⁻¹)	Folhas/fração vegetativa (g.g ⁻¹)
Primavera Verão	1 haste	5,8 a ³	10,4 a	7,7 b	12,3 a	0,38 a	0,34 a	0,66 b
	2 hastes	6,2 a	11,5 a	9,8 a	12,7 a	0,32 a	0,29 b	0,71 a
Verão Outono	1 haste	4,3 a	12,3 a	10,2 a	14,8 a	0,83 a	0,35 a	0,65 a
	2 hastes	4,0 a	7,0 b	4,9 b	8,7 b	0,70 b	0,33 a	0,67 a
Condutividade elétrica ² (dS.m ⁻¹)								
Primavera Verão	0,9	6,2 a	10,9 a	9,7 a	12,7 a	0,33 a	0,31 a	0,69 a
	1,3	5,7 a	11,0 a	8,5 a	12,4 a	0,42 a	0,31 a	0,69 a
	1,8	6,0 a	10,4 a	8,0 a	12,5 a	0,32 a	0,30 a	0,70 a
Verão Outono	0,9	4,4 a	11,0 a	7,5 a	11,5 a	0,73 a	0,33 a	0,67 a
	1,3	4,2 a	10,9 a	8,3 a	13,0 a	0,80 a	0,33 a	0,67 a
	1,8	3,9 a	9,2 a	6,9 a	10,8 a	0,83 a	0,34 a	0,66 a

Nota: ¹ Matéria seca da fração vegetativa corresponde a soma: folhas + caule + pecíolos.

² Concentração de nutrientes expressa através da condutividade elétrica da solução nutritiva, inicialmente estabelecida para cada tratamento.

³ Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem, dentro de cada fator e época de cultivo, significativamente pelo Teste de Tukey (P ≤ 5%).

ARTIGO 2

Crescimento do meloeiro cultivado em sistema hidropônico do tipo NFT: efeito do número de hastes por planta e da concentração de nutrientes da solução nutritiva

Crescimento do meloeiro cultivado em sistema hidropônico do tipo NFT: efeito do número de hastes por planta e da concentração de nutrientes da solução nutritiva

E. M. Montezano¹ & R. M. N. Peil²

¹ Universidade Federal de Pelotas, FAEM, Depto. de Fitotecnia, C. Postal 354, 96010-900, Pelotas – RS.
E-mail: emonte@via-rs.net

² Universidade Federal de Pelotas, FAEM, Depto. de Fitotecnia, C. Postal 354, 96010-900, Pelotas – RS.
E-mail: rmpeil@ufpel.tche.br

RESUMO

Com o objetivo de avaliar o efeito de dois diferentes números de hastes por planta (uma haste e duas hastes) e de três concentrações de nutrientes da solução nutritiva (50, 75 e 100%), respectivamente nas condutividades elétricas iniciais (0,9; 1,3 e 1,8 dS.m⁻¹) sobre o crescimento do meloeiro cultivado em sistema hidropônico, foi realizado um experimento em duas épocas de cultivo (primavera-verão e verão-outono) no período de setembro de 2004 a maio de 2005 em estufa plástica, no Campo Didático e Experimental do Departamento de Fitotecnia da Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel” da Universidade Federal de Pelotas. A partir dos dados da matéria fresca e seca acumulada aos 62 e 71 dias após transplante, respectivamente nos cultivos de primavera-verão e verão-outono, foi determinada a produção e a distribuição de biomassa entre as diferentes partes das plantas. De acordo com os dados observados conclui-se que o número de hastes por planta afetou a matéria fresca e seca produzida, em ambas épocas de cultivo, sendo a produção por unidade de área favorecida quando as plantas foram conduzidas com uma haste. Em relação à concentração de nutrientes conclui-se que houve influência na produção e distribuição da biomassa fresca e seca das plantas de meloeiro cultivado em sistema hidropônico, nas duas épocas de cultivo.

Palavras-chave: *Cucumis melo* L., hidroponia, condutividade elétrica, matéria fresca, matéria seca.

ABSTRACT

Growth of melon cultivated in hydroponic system of type NFT: effect of number of shoots by plant and nutrients concentration of the nutrient solution

An experiment was conducted during two cultivation periods (Spring-Summer and Summer-Autumn) in order to evaluate the effect of two different number of shoots by plant (one shoot and two shoots) and three salt concentration levels of the nutrient solution (50, 75 and 100%), corresponding respectively to the values of initial electrical conductivity (0,9; 1,3 and 1,8 dS.m⁻¹), on the growth of melon cultivated in hydroponic system, performing recirculation of the nutrient solution. The experiment was set up in a plastic greenhouse during a 9-months time span (September 2004 – May 2005) at the Educational and Experimental Field of the Phytotechnical Department, FAEM, UFPel. Using data from fresh and dry matter accumulated on the 62^o and 71^o day after transplantation, respectively for the Spring-Summer and Summer-Autumn cultivations, biomass production and distribution between the different parts of the plants are determined. According to observed data, we conclude that fresh and dry matter have both been affected by the different number of shoots by plant, for both cultivation periods. Best results in terms of production by unit of area were obtained for one-shoot plants. Concerning nutrient concentration, we conclude that there has been influence on fresh and dry matter production and distribution of the melon plants grown in a hydroponic system for both cultivation periods.

Keywords: *Cucumis melo* L., hidropony, electrical conductivity, fresh matter, dry matter.

INTRODUÇÃO

O meloeiro, por ser uma cultura com grande demanda de mercado e preços bastante compensadores, tornou-se uma opção muito procurada pelos produtores que empregam sistemas de cultivo em estufas plásticas. O manejo adequado do sistema solo-água-plantas-ambiente tem sido muito importante para o sucesso de empreendimentos que usam sistemas de produção caracterizados por cultivo protegido

(Gusmão *et al.*, 2001). O cultivo hidropônico, por sua vez, representa mais uma alternativa dentro das técnicas de produção agrícola, podendo se adequar perfeitamente às exigências de alta qualidade, alta produtividade e mínimo desperdício de água e nutrientes. O cultivo sem solo de hortaliças de frutos tem apresentado uma produtividade superior à atingida em cultivos no solo em ambiente protegido (Moraes & Furlani, 1999; Fernandes *et al.*, 2002; Fagan, 2005; Duarte, 2006), além de permitir um controle rigoroso do meio radicular, particularmente dos aspectos relacionados com o fornecimento de água e nutrientes, facilitando assim uma forte intensificação da produção (Jensen & Collins, 1985; Abad-Berjón, 1995).

A hidroponia é uma técnica alternativa de cultivo protegido, na qual o solo é substituído por uma solução aquosa contendo apenas os elementos minerais indispensáveis aos vegetais (Resh, 1997). O cultivo de plantas em uma lâmina de solução nutritiva recirculante foi desenvolvido, originariamente, com propósitos de pesquisa. Cooper (1973) transferiu a tecnologia desenvolvida em laboratório para condições de cultivo comercial e criou o sistema hidropônico que hoje se conhece como NFT (*nutrient film technique* ou técnica da lâmina de nutrientes).

O princípio do sistema NFT consiste na circulação constante de uma lâmina fina de solução nutritiva que passa através das raízes das plantas, que se encontram em canais de cultivo, não havendo perda ou saída da solução nutritiva para o meio exterior, constituindo-se, desta maneira, em um sistema fechado. As raízes formam uma camada fina sobre a base do canal e crescem parcialmente submersas e parcialmente fora da solução. A alta relação superfície/profundidade da solução nutritiva garante uma aeração adequada e a lâmina fina reduz o volume de raízes que se encontram totalmente submersas na solução. A recirculação da solução é outro fator que favorece a aeração e garante que as raízes recebam a quantidade de oxigênio e de nutrientes adequados ao seu crescimento (Cooper, 1979; Burrage, 1992).

Diferentes fatores, entre estes o sistema de condução das plantas (Martins *et al.* 1998; Barni *et al.*, 2003) e a composição da solução nutritiva (Bacchi, 2004; Andriolo *et al.*, 2005; Duarte, 2006), podem afetar o crescimento, assim como a produção e a distribuição de biomassa entre as partes vegetativas e reprodutivas das hortaliças de frutos.

A cultura do meloeiro necessita de vários tratamentos culturais específicos para se obter elevada produtividade e frutos de boa qualidade (Costa & Grangeiro, 2003). As plantas de meloeiro podem ser conduzidas com haste única, duas hastes ou mais, sendo o sistema de condução com tutoramento vertical o mais indicado na produção em ambiente protegido, podendo ser usados como tutores as redes agrícolas ou fios de ráfia. O tutoramento, juntamente com a poda, é uma prática necessária que estimula a emissão das hastes secundárias, reduz o vigor vegetativo da planta e permite a antecipação da emissão de flores femininas (Pereira & Marchi, 2000), além de propiciar melhores condições de manejo, arejamento, polinização e controle do crescimento dos frutos (Medeiros *et al.*, 2004). Alguns resultados de pesquisa têm apontado que a condução das plantas com duas hastes é o sistema mais adequado para o meloeiro em ambiente protegido, possibilitando um maior rendimento e uma distribuição mais equilibrada da energia da planta e dos fotoassimilados (Barni *et al.*, 2003).

A solução nutritiva é o meio pelo qual os nutrientes previamente dissolvidos na água são colocados à disposição das plantas. Para ser completa, ela deverá conter todos os elementos necessários que são absorvidos pelas raízes. No caso dos cultivos hidropônicos, é a solução nutritiva que determina a composição do meio radicular. Uma solução é caracterizada por três parâmetros principais: o pH, a concentração salina e o equilíbrio iônico (Andriolo, 1999).

Não existe uma recomendação única de concentração salina da solução nutritiva adequada a ponto de atender às variações climáticas locais e sazonais que podem ocorrer para uma cultura. Sabe-se que, para cultivos em diferentes épocas do ano, deve-se adequar a concentração salina da solução nutritiva, devido ao descompasso na absorção de água e nutrientes pelas plantas (Steijn, 1995) e, em alguns casos, são recomendadas soluções diferentes para o verão e inverno (Martinez & Barbosa, 1996; Montezano, 2003; Martinez & Silva Filho, 2004). Em condições de moderada demanda evapotranspiratória da atmosfera, os fluxos de água e de nutrientes ocorrem de maneira equilibrada. Porém, em condições de elevada demanda evapotranspiratória, a absorção de água se dá de maneira muito mais intensa que a de nutrientes. Assim, em geral, há uma necessidade de redução da concentração iônica da solução nutritiva nos

cultivos hidropônicos em ambientes e épocas do ano cujas temperaturas e luminosidade sejam altas (Furlani *et al.*, 1999; Cometti, 2003; Genúncio *et al.*, 2006).

O conhecimento do adequado manejo das culturas utilizando um sistema hidropônico, desperta um grande interesse, quando se propõe sua adoção de forma comercial. Conhecer o comportamento das culturas e estabelecer as práticas culturais apropriadas a esta nova situação permitirá melhorar o seu rendimento comercial e minimizar os possíveis impactos da atividade agrícola ao ambiente.

Assim, o presente trabalho tem por objetivo estudar o crescimento do meloeiro cultivado em sistema hidropônico através da técnica da lâmina de nutrientes – NFT, sob dois diferentes números de hastes por planta e três diferentes concentrações de nutrientes da solução nutritiva, em duas épocas de cultivo com diferentes disponibilidades radiativas. Para tanto, buscou-se estudar e quantificar o crescimento da cultura, considerando como variáveis básicas a produção e a distribuição de biomassa entre os diferentes órgãos aéreos das plantas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma estufa plástica, em duas épocas de cultivo (primavera-verão e verão-outono, respectivamente, com ciclos de 62 e 71 dias após o transplante) no período de setembro de 2004 a maio de 2005, no Campo Didático do Departamento de Fitotecnia da Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, da Universidade Federal de Pelotas. A estufa plástica utilizada era do modelo “arco pampeana”, de estrutura metálica, coberta com filme plástico de polietileno de baixa densidade de 150 μm de espessura, disposta no sentido norte-sul. Nos dias 29/09/2004 (primavera-verão) e 03/02/2005 (verão-outono) foram realizadas as semeaduras para a produção das mudas da cultivar de meloeiro Hale’s Best Jumbo, de frutos climatéricos do tipo rendilhado. As mudas foram produzidas em bandejas de poliestireno expandido de 72 células, com substrato de vermiculita em sistema flutuante (*floating*). Nesta fase inicial, utilizou-se a solução nutritiva indicada por Castro (1999) para a cultura do meloeiro (NO_3^- : 12,25; H_2PO_4^- : 1,25; SO_4^{2-} : 1,4; NH_4^+ : 0,8; K^+ : 5,5; Ca^{+2} : 4,0; Mg^{+2} : 1,0; expressos em mmol/litro), na concentração de 50% (exceto os micronutrientes, que foram fornecidos na concentração original: Fe: 4,0; Mn: 0,56; Zn: 0,26; B: 0,22; Cu:

0,03; Mo: 0,05; expressos em mg/litro), correspondendo a uma condutividade elétrica de $0,9 \text{ dS.m}^{-1}$.

Nos dias 04/11/2004 e 17/03/2005, respectivamente, nos cultivos de primavera-verão e verão-outono, as mudas foram transplantadas (com aproximadamente seis folhas verdadeiras), após a lavagem com água corrente do sistema radicular para a retirada do excesso da vermiculita empregada como substrato. O sistema de cultivo adotado foi o hidropônico através da técnica (NFT), na qual as plantas foram conduzidas com a raiz nua no interior de canais de cultivo de polietileno dupla-face branco-preto, sendo fertirrigadas através de uma fina lâmina de solução nutritiva. Para promover a circulação da solução nutritiva se fez uso de canais com declividade de 2%, fabricados de madeira, sobre os quais se dispuseram os canais de polietileno, os quais conduziram a solução nutritiva até os tanques de armazenamento que, em número de três para cada linha dupla de canais de cultivo, eram de fibra de vidro em formato cilíndrico, com capacidade para 500 litros cada. As plantas foram mantidas com aproximadamente $2/3$ do seu sistema radicular imerso num filme de solução nutritiva, mantido através de fluxo intermitente de irrigação, programado através de um temporizador, responsável por acionar e desligar a moto bomba dos canais de cultivo, a intervalos de tempo pré-estabelecidos e com uma vazão média de $1,8 \text{ litro.min}^{-1}$ por canal de cultivo. Nas primeiras 12 horas após o transplante, o sistema de irrigação foi mantido funcionando continuamente com o objetivo de evitar um eventual estresse hídrico às plantas. Após este período, o conjunto moto bomba era acionado durante 30 minutos a cada 1 hora, no período diurno (das 8:00 h às 18:00 h) e, no período noturno, o sistema era mantido desligado.

O primeiro fator experimental estudado foi o número de hastes por planta (plantas com haste única ou com duas hastes). Nas plantas conduzidas com uma haste se efetuou a retirada de todas as emissões de brotações secundárias nas axilas até a 8ª folha, e a partir da 9ª axila foliar, se permitiu o crescimento de ramos secundários, podados após a emissão de duas folhas. A partir da 12ª axila foliar permitiu-se a frutificação nos ramos secundários. Nas plantas conduzidas com duas hastes, a poda de condução teve início através do desponte das plantas acima da quarta folha verdadeira, quando essas apresentaram 5 a 6 folhas. Após tal procedimento, deixou-se

ocorrer a emissão de hastes secundárias e, posteriormente, escolheram-se duas destas, que foram tutoradas. Nessas hastes secundárias se efetuou a retirada de todas as emissões de brotações terciárias nas axilas, das folhas até a 8ª folha, e a partir da 9ª axila foliar, se permitiu o crescimento de ramos terciários, os quais foram podados após a 2ª folha. A partir da 12ª axila foliar permitiu-se a frutificação nos ramos terciários.

As hastes foram tutoradas com fio de ráfia nos dois sistemas de condução, efetuando-se a poda apical das plantas quando atingiram o arame da parte superior da estufa (2,50 metros de altura da base do canal de cultivo até o fio de arame). O espaçamento entre plantas com uma haste foi de 0,45 m; já as plantas conduzidas com duas hastes tiveram um espaçamento inicial de 0,90 m entre plantas, entretanto, o espaçamento final foi de 0,45 m entre hastes para ambos os sistemas de condução, com uma densidade final de 2,66 hastes.m⁻². Além das podas de condução, realizaram-se podas de limpeza, as quais se resumiram à eliminação de folhas senescentes presentes na parte inferior da planta.

O segundo fator experimental estudado foi a concentração de nutrientes da solução nutritiva, em três níveis (50, 75 e 100%), com base na solução recomendada por Castro (1999) para a cultura do meloeiro em substrato de lã de rocha, correspondendo, respectivamente, às condutividades elétricas iniciais de 0,9; 1,3 e 1,8 dS.m⁻¹, sendo que os micronutrientes foram mantidos na concentração original nas três soluções. A solução nutritiva foi monitorada diariamente através das medidas de condutividade elétrica (condutímetro manual) e de pH (peagômetro manual) nos tanque de armazenamento da solução. A reposição da solução nutritiva foi realizada quando a condutividade elétrica inicial diminuiu ou aumentou em 20%, através, respectivamente, da adição de solução estoque concentrada ou somente água. O pH da solução foi mantido numa faixa de 6,5 ± 0,3 através da adição de solução ácida ou básica, conforme a necessidade.

Os tratamentos experimentais foram distribuídos em três linhas duplas de cultivo (6 canais de cultivo), com 7,5 metros de comprimento, e distância interna de 0,50 metros e caminho de 1,20 metros. A colheita foi realizada quando os frutos atingiram o ponto ideal de colheita (determinado através do desenvolvimento da capa de abscisão na inserção do pedúnculo e do conteúdo de açúcares ≥ 9º Brix).

Os dados referentes à radiação solar global externa acumulada nos dois ciclos de cultivo foram obtidos na Estação Agroclimatológica da UFPel, localizada a aproximadamente 800 metros do local dos experimentos, com valores acumulados de 1287,18 MJ.m⁻² na primavera-verão e 719,14 MJ.m⁻² no verão-outono.

Com o objetivo de quantificar o crescimento da cultura, foi determinada a biomassa aérea (matéria fresca e seca) acumulada ao final dos ciclos de cultivo, selecionando-se 6 plantas por tratamento (duas plantas por repetição). As plantas foram segmentadas em três frações (folhas, caule e frutos), as quais foram avaliadas quanto a sua matéria fresca e seca (após secagem em estufa a uma temperatura de 80° C durante 48 horas, as folhas e o caule e 96 horas, os frutos). As frações obtidas a partir da desbrota das ramificações laterais, da desfolha e das podas e do raleio dos frutos foram incorporadas à fração folhas, caule e frutos. A biomassa total da planta correspondeu à soma da biomassa das folhas, do caule e dos frutos e a biomassa da parte vegetativa correspondeu à soma das frações folhas e caule. A partir desses dados, se determinou a distribuição proporcional da matéria fresca e seca entre os diferentes órgãos aéreos da planta. Adicionalmente, no experimento de primavera-verão, avaliou-se a área foliar das plantas no final do cultivo, através de um equipamento medidor de imagens (LI-COR, modelo 3100).

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado em esquema bifatorial (2x3), totalizando 6 tratamentos. O fator 1 foi o número de hastes por planta (uma haste e duas hastes) e o fator 2 foi as diferentes concentrações de nutrientes da solução nutritiva (50, 75 e 100%) expressas pela condutividade elétrica inicial (0,9; 1,3 e 1,8 dS.m⁻¹), com três repetições compostas de duas plantas. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e a comparação de médias pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises de variância dos dados indicaram que não houve interação entre os fatores número de hastes por planta e concentração de nutrientes da solução nutritiva no cultivo de primavera-verão, para todas as variáveis em estudo. Já, no cultivo de verão-outono houve interação entre os fatores, apenas para as variáveis referentes ao

teor de matéria seca das frações vegetativas (caule e folhas) que, posteriormente, serão discutidas no item referente ao efeito do número de hastes por planta.

A matéria fresca alocada para os frutos variou de 59 a 69% (Tabela 1), sendo que para a matéria seca alocada para os frutos os resultados variaram de 42 a 54% (Tabela 2) do total da parte aérea da planta no cultivo de primavera-verão, dados esses, inferiores aos encontrados em outras pesquisas com cultivo em substrato (Valantin *et al.*, 1999; Bacchi, 2004; Duarte, 2006) e em experimento simultâneo, sob as mesmas condições, porém, em substrato de casca de arroz (Montezano, artigo 1). A confrontação de resultados sugere que no sistema hidropônico, devido à presença dos nutrientes na solução nutritiva numa forma prontamente disponível e a ausência de meio sólido/substrato (qual evita o acúmulo de nutrientes e as conseqüentes relações de antagonismos que limitariam a absorção de determinados nutrientes), possa ter ocorrido um maior crescimento da fração vegetativa em detrimento da generativa, principalmente no período de primavera-verão, de alta disponibilidade de radiação solar. Já no cultivo de verão-outono, com menor disponibilidade radiativa, as percentagens de matéria fresca e seca alocadas para os frutos não ultrapassaram, respectivamente, 34% (Tabela 1) e 22% (Tabela 2) do total da parte aérea.

O peso fresco médio dos frutos não diferiu significativamente no cultivo de primavera-verão para ambos os fatores em estudo, cabendo ressaltar que todos os resultados apresentaram médias consideradas ótimas (Tabela 1). Comportamento similar, nesta mesma época, obteve-se para a variável peso seco médio dos frutos (Tabela 2). No cultivo de verão-outono, os resultados do peso fresco médio dos frutos de todos os tratamentos apresentaram médias abaixo do peso mínimo dos frutos (≥ 500 gramas), recomendado para comercialização (Bleinroth, 1994; Sousa *et al.*, 1999).

As diferenças observadas entre as médias da biomassa fresca e seca das plantas cultivadas na primavera-verão e no verão-outono são extremamente relevantes, permitindo caracterizar de forma clara a influência direta da radiação solar disponível no crescimento das mesmas, bem como sobre a produção e distribuição da biomassa entre os diferentes órgãos das plantas. Resultados esses que se justificam pela menor disponibilidade de radiação solar no período de verão-outono em relação ao período de primavera-verão, além da ocorrência de doenças fúngicas com maior intensidade.

Os dados referentes a radiação solar global externa durante os diferentes períodos experimentais demonstraram que no cultivo de verão-outono a disponibilidade radiativa foi apenas 55,87% do total da radiação solar disponível no período de primavera-verão. Diferença que fez com que houvesse variações visíveis entre as plantas cultivadas no período de primavera-verão e no verão-outono, afetando a produção e a distribuição de biomassa fresca e seca das plantas e reduzindo o índice de pegamento de frutos (conforme observado pelo menor número de frutos produzidos por m^{-2} ; tabela 1). Diferenças na biomassa fresca e seca das plantas de meloeiro cultivado em sistema hidropônico (Pádua *et al.* 2001) e em substrato (Montezano; artigo 1) e da abobrinha italiana em substrato Strassburger (2007), em distintas épocas de cultivo, foram igualmente observadas. As plantas cultivadas nas épocas de maior radiação solar apresentaram maior crescimento e desenvolvimento, além de frutos com peso médio superior e um maior número de frutos colhidos.

Os dados de radiação solar durante os períodos experimentais justificam também, de certa forma, a severidade com que as doenças fúngicas, no caso o oídio (*Sphaerotheca fuliginea*) atacaram as plantas cultivadas no cultivo de verão-outono, devido às condições de baixa luminosidade que favoreceram a intensificação da doença.

Efeito do número de hastes por planta

A produção por unidade de área de matéria fresca (Tabela 1) e seca (Tabela 2) total da planta e da fração vegetativa foi superior quando as plantas foram conduzidas com uma haste, em ambas épocas de cultivo. No entanto, a matéria fresca (Tabela 1) e seca (Tabela 2) dos frutos, não foi afetada pelo número de hastes por planta, em ambas épocas de cultivo, exceto a matéria fresca dos frutos (Tabela 1) que foi superior no cultivo com uma haste, na primavera-verão. Assim, de maneira geral, plantas com uma haste apresentaram um maior crescimento do conjunto de plantas por unidade de área, ou seja, maior produção de matéria fresca e seca em ambas as épocas de cultivo. Esses resultados reafirmam a informação de que a densidade de plantio é um dos fatores determinantes da produção de matéria seca da fração vegetativa (Papadoupoulos & Pararajasingham, 1997; Andriolo, 1999; Peil, 2000), visto que nesse

experimento plantas conduzidas com uma haste e duas hastes apresentaram espaçamentos iniciais diferentes.

A maior produção de matéria seca total estaria relacionada, em parte, com uma maior quantidade total de energia solar interceptada inicialmente pelo dossel mais adensado numa mesma unidade de área, visto que o comportamento entre plantas conduzidas com uma haste e duas hastes não foi similar, embora apresentando uma mesma densidade final do número de hastes.m⁻². Analisando-se individualmente o crescimento das hastes, os resultados sugerem que, primeiramente, a poda inicial (desponte da haste primária) ocasionou um atraso no crescimento das hastes e, posteriormente, que a competição por fotoassimilados entre as duas hastes de uma mesma planta é mais severa do que entre plantas com hastes únicas. O que sugere uma superioridade na força de fonte do conjunto de plantas de haste única, beneficiando a produção de matéria seca e fresca das plantas, conforme relatado por Cockshull & Ho (1995) para a cultura do tomateiro e por Montezano (artigo 1) para a cultura do meloeiro em substrato.

De acordo com os resultados referentes ao índice de área foliar (IAF) do dossel vegetal, no cultivo de primavera-verão, as plantas conduzidas com uma haste apresentaram um valor significativamente superior (IAF=2,84), em relação ao encontrado nas plantas conduzidas com duas hastes (IAF=1,82). Resultados que nos permitem afirmar que o número de hastes afetou a área foliar e, conseqüentemente, a força de fonte do dossel. Tais índices foram superiores aos encontrados em cultivos de meloeiro conduzidos com haste única e duas hastes, em substrato, nesta mesma época de cultivo (Montezano; artigo 1).

Na primavera-verão a população de plantas conduzidas com uma haste apresentou médias superiores de matéria fresca (Tabela 1) e seca (Tabela 2) devido a maior produção de matéria fresca e seca da fração vegetativa. Já, a maior produção de matéria fresca dos frutos, obtida na primavera-verão, no cultivo de haste única foi conseqüência do maior número de frutos produzidos por m⁻², e não de um maior peso fresco médio dos frutos (Tabela 1).

O fato da matéria seca dos frutos não ter sido afetada pelo número de hastes e, sim o foi a matéria fresca destes órgãos, desperta a atenção, pois espera-se que estas

variáveis apresentem o mesmo comportamento. Porém, a relação entre o incremento de matéria fresca e seca ainda é pouco esclarecida e o maior valor de produção de matéria fresca dos frutos do cultivo com haste única pode estar relacionado ao maior número de frutos produzidos (Tabela 1), uma vez que a demanda de água aumenta devido a maior quantidade de drenos (Fagan, 2005). Evidências de que a quantidade de água acumulada nos frutos de melão pode ser independente do acúmulo de matéria seca e relacionada ao número de frutos produzidos foram anteriormente encontradas por Duarte (2006).

No verão-outono, as plantas conduzidas com uma haste proporcionaram uma produção de matéria fresca e seca por unidade de área significativamente superior, devido principalmente a maior produção de matéria fresca (Tabela 1) e seca (Tabela 2) da fração vegetativa, uma vez que a matéria fresca e seca dos frutos e o número de frutos por m^{-2} não variou estatisticamente entre o número de hastes.

As relações fruto/planta [tanto com base na matéria fresca (Tabela 1) como na matéria seca (Tabela 2)] e fração vegetativa/planta, e a distribuição de matéria seca entre os órgãos vegetativos aéreos das plantas (dada pelas relações caule/fração vegetativa e folhas fração/vegetativa, com base na matéria seca; tabela 3) não apresentaram diferenças estatísticas significativas para o fator número de hastes em ambas épocas de cultivo.

No cultivo de primavera-verão, a produtividade de frutos (Tabela 1) das plantas conduzidas com haste única atingiu níveis semelhantes aos citados por Purquerio *et al.* (2003) e Medeiros *et al.* (2004) para melão hidropônico, respectivamente de $8,0 \text{ kg.m}^{-2}$ e $7,6 \text{ kg.m}^{-2}$, superando significativamente o rendimento atingido com plantas conduzidas com duas hastes. Dados esses diferentes dos encontrados por Pedrosa *et al.* (1991) em cultivo no solo a campo e Barni *et al.* (2003) em cultivo protegido no solo, que apontam o sistema de condução com duas hastes secundárias, como o mais produtivo para as plantas. Os resultados obtidos no presente trabalho indicam que para cultivo hidropônico, com tutoramento vertical, o sistema com haste única é aquele que proporciona os maiores rendimentos de biomassa fresca vegetativa e generativa, em períodos de alta disponibilidade de radiação solar.

Os teores de matéria seca (Tabela 3), na primavera-verão, dos órgãos aéreos das plantas não foram afetados pelo sistema de condução. Já, no verão-outono houve uma interação significativa entre os fatores em estudo (número de hastes e concentração de nutrientes). De maneira geral, plantas conduzidas com haste única apresentaram teores de matéria seca dos órgãos aéreos vegetativos (caule e folhas) e conseqüentemente, da fração vegetativa mais elevados do que plantas conduzidas com duas hastes, exceto quando estas foram cultivadas com a solução nutritiva com condutividade elétrica de $1,8 \text{ dS.m}^{-1}$. Assim, pode-se supor que a maior disponibilidade de nutrientes minerais (sobretudo de N e K) desta solução compensou em parte, a redução da produção de matéria seca vegetativa proporcionada pela maior competição entre as duas hastes de uma mesma planta. Em relação ao teor de matéria seca dos frutos, as plantas conduzidas com uma haste apresentaram valores significativamente superiores àquelas conduzidas com duas hastes independente da concentração de nutrientes da solução nutritiva.

Efeito da concentração de nutrientes da solução nutritiva

Os dados apresentados mostram que a produção de matéria fresca dos frutos e da fração vegetativa (Tabela 1) e seca total da planta e dos frutos (Tabela 2) não foi afetada pela redução da concentração de nutrientes da solução na primavera-verão. No entanto, os valores das variáveis matéria fresca total da planta (Tabela 1), matéria seca da fração vegetativa (Tabela 2) e teor de matéria seca do caule (Tabela 3), sofreram uma diminuição significativa quando as plantas foram cultivadas na solução nutritiva com condutividade elétrica de $1,3 \text{ dS.m}^{-1}$ (75% da concentração), diferindo estatisticamente, dos observados nas concentrações limites ($0,9$ e $1,8 \text{ dS.m}^{-1}$, respectivamente 50% e 100% da concentração). Comportamento semelhante foi observado para a variável número de frutos por m^{-2} (Tabela 1), nesta mesma época de cultivo. Os resultados verificados para estas variáveis nas plantas cultivadas na solução nutritiva, de condutividade intermediária ($\text{CE}=1,3 \text{ dS.m}^{-1}$), nesta época apresentaram um comportamento fora do padrão esperado. Fato que conduz a suposição de que possa ter ocorrido a influência de outros fatores e de um possível erro experimental, não detectado durante o experimento. Portanto, os resultados referentes a este

tratamento, no período de primavera-verão, não serão discutidos neste trabalho. Sugere-se que este experimento seja repetido nesta mesma época de cultivo, numa outra oportunidade, com o objetivo de verificar os resultados obtidos com esta concentração de nutrientes da solução nutritiva.

No experimento de primavera-verão, a produção de matéria fresca útil (frutos) e o peso fresco médio de frutos (Tabela 1) atingiram níveis considerados ótimos e não foram afetados pela redução da concentração de nutrientes da solução nutritiva de 1,8 para 0,9 dS.m⁻¹. Da mesma forma, todas as demais variáveis de crescimento não foram afetadas (Tabelas 1, 2 e 3). Respostas à redução da concentração salina da solução, semelhantes a estas, foram obtidas para a cultura da alface em sistema NFT no verão (Montezano, 2003) e demonstram que a condutividade elétrica da solução pode e deve ser reduzida em sistemas hidropônicos e épocas de maior radiação solar e temperatura, a fim de facilitar o processo transpiratório e a própria absorção de nutrientes (Stanghellini, 1987). Esses resultados se explicam pelo fato de que em sistemas hidropônicos existe uma maior disponibilidade dos íons na solução nutritiva, mesmo em baixas concentrações (Cánovas-Martínez, 1999), associado ao fornecimento de nutrientes de forma solúvel e contínua às raízes, permitindo uma maior eficiência na absorção e uso desses (López-Galvez & Peil, 2000). Cabe destacar que as referidas concentrações salinas situaram-se abaixo da faixa de condutividade elétrica indicada para a cultura do meloeiro, que varia de 2,0 a 3,5 dS.m⁻¹, de acordo com a recomendação de Furlani *et al.* (1999); Amor *et al.* (2001).

No cultivo de verão-outono, não foi observado efeito da concentração de nutrientes da solução nutritiva para as variáveis matéria fresca produzida da planta, da fração vegetativa, dos frutos e número de frutos por m⁻² (Tabela 1) e matéria seca dos frutos (Tabela 2). No entanto, para a variável referente à biomassa fresca dos frutos (Tabela 1), cabe ressaltar, que embora não tenham sido observadas diferenças significativas entre os tratamentos, devido ao alto coeficiente de variação entre as médias, considerando-se os valores numéricos, as diferenças são relevantes a favor das duas concentrações mais elevadas. Fato que pode ser justificado devido ao elevado número de frutos considerados não comerciais (peso ≤ 500 gramas), encontrados nas plantas cultivadas na concentração mais baixa (CE=0,9 dS.m⁻¹). Neste

cultivo, o peso fresco médio dos frutos (Tabela 1) foi estatisticamente superior, quando as plantas foram cultivadas nas concentrações mais elevadas (condutividades elétricas de 1,3 e 1,8 dS.m⁻¹). Porém, torna-se necessário citar que apenas 7,5% do total de frutos colhidos apresentaram o peso mínimo exigido para comercialização, neste mesmo período.

Quanto à matéria seca da planta e da fração vegetativa (Tabela 2) houve uma tendência de aumento significativo dessas variáveis, à medida que se elevou a condutividade elétrica e de aumento do peso seco médio dos frutos nas duas concentrações mais altas (1,3 e 1,8 dS.m⁻¹) neste último ciclo de cultivo

Em relação ao teor de matéria seca dos frutos (Tabela 3), a solução nutritiva menos concentrada proporcionou um valor mais elevado, o que significa que houve uma menor produção de matéria fresca por grama de matéria seca produzida nos frutos deste tratamento. Devido a interação entre os dois fatores experimentais, os efeitos da concentração de nutrientes sobre os teores de matéria seca dos órgãos vegetativos aéreos, no verão-outono, já foram discutidos no item anterior.

Apesar da concentração de nutrientes da solução nutritiva também não ter afetado significativamente a distribuição proporcional de matéria seca entre os frutos (Tabela 2) e a fração vegetativa (Tabela 3) no verão-outono, as plantas cultivadas na solução com maior disponibilidade de nutrientes apresentaram uma alteração nas relações caule/fração vegetativa e folhas/fração vegetativa (Tabela 3). Houve maior contribuição do caule na constituição da fração vegetativa em detrimento das folhas nestas plantas.

De acordo com os resultados discutidos, conclui-se que a disponibilidade de radiação solar do período de cultivo exerce forte influência no crescimento, produção e distribuição de biomassa de plantas de meloeiro cultivadas em sistema hidropônico do tipo NFT. No cultivo de verão-outono, sugere-se que se antecipe o ciclo da cultura, para não haver um comprometimento da produção de matéria fresca e seca. Quanto ao número de hastes por planta pode-se concluir que a competição por fotoassimilados entre as duas hastes de uma mesma planta é maior do que entre plantas com hastes únicas, o que prejudica o crescimento da cultura. Dados esses que permitem afirmar que duas hastes de uma mesma planta não se comportam de igual maneira que duas

plantas com haste única. Em relação à concentração de nutrientes da solução nutritiva, a redução de 100% ($1,8 \text{ dS.m}^{-1}$) para 50% ($0,9 \text{ dS.m}^{-1}$), na primavera-verão, e de 100% ($1,8 \text{ dS.m}^{-1}$) para 75% ($1,3 \text{ dS.m}^{-1}$), no verão-outono, não afeta a produção e distribuição da biomassa fresca e seca por unidade de área, em cultivos de meloeiro, em sistema hidropônico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABAD-BERJÓN M. 1995. Sustratos para el cultivo sin suelo. In: NUEZ F. (Ed.). *El cultivo del tomate*. Madrid: Mundi-Prensa. p.131-166.
- AMOR FM; FLORES P; CARVAJAL M; MARTÍNEZ JM; NAVARRO JM; CERDÁ A. 2001. Yield responses of soilles melon and tomato to different irrigation water qualities. *Acta Horticulturae*. 559:333-338.
- ANDRIOLO JL. 1999. *Fisiologia das culturas protegidas*. Santa Maria: UFSM. 149p.
- ANDRIOLO JL; LUZ GL da; BORTOLOTTO OC; GODOI RS. 2005. Produtividade e qualidade de frutos de meloeiro cultivado em substrato com três doses de solução nutritiva. *Ciência Rural*. 35:781-787.
- BACCHI S. 2004. *Crescimento, eficiência no uso da água e dos nutrientes e relações de contaminação do meloeiro cultivado em substrato de casca de arroz*. Pelotas: UFPel. 59p. (Dissertação mestrado).
- BARNI V; BARNI NA; SILVEIRA JRP. 2003. Meloeiro em estufa: duas hastes é o melhor sistema de condução. *Ciência Rural*. 33:1039-1043.
- BLEINROTH EW. 1994. Determinação do ponto de colheita. In: NETTO AG; GAYET JP; BLEINROTH EW; MATALLO M; GARCIA EEC; GARCIA AE; ARDITO EFG; BORDIN MR. *Melão para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita*. Brasília: EMBRAPA. p. 11-22.
- BURRAGE SW. 1992. Nutrient Film Technique in protected cultivation. *Acta Horticulturae*, 323:23-38.
- CÁNOVAS MARTÍNEZ F. 1999. Sistemas de cultivos hidropónicos. In: MILAGROS MF; GÓMEZ, IMC. (Eds.). *Cultivo sin suelo II*. Almeria:Curso Superior de Especialización/DGIFA/FIAPA/Caja Rural de Almeria p.207-228.

- CASTRO AC. 1999. Formulaci3n de la soluci3n nutritiva: par3metros de ajuste. In: MILAGROS MF; G3MEZ, IMC. (Eds.). *Cultivo sin suelo II*. Almeria:Curso Superior de Especializaci3n/DGIFA/FIAPA/Caja Rural de Almeria. p. 257-266.
- COCKSHULL KE; HO LC. 1995. Regulation of tomato fruit size by plant density and truss thinning. *Journal of Horticultural Science*. 70: 395-407.
- COMETTI NN. 2003. *Nutri33o mineral da alface (Lactuca sativa L.) em cultura hidrop3nica – sistema NFT*. Serop3dica: UFRJ. 128p. (Tese doutorado).
- COOPER AJ. 1973. Rapid crop turn-round is possible with experimental nutrient film technique. *Grower*, 79:1048-1052.
- COOPER AJ. 1979. *The ABC of NFT*. London: Grower Books (Edit). 181p.
- COSTA ND; GRANGEIRO LC. 2003. Manejo cultural. In: SILVA HR da. COSTA ND. (Eds.). *Mel3o, produ33o: aspectos t3cnicos*. Bras3lia: EMBRAPA. 86-88p. (Frutas do Brasil; 33).
- DUARTE T da S. 2006. *Crescimento do meloeiro cultivado em substrato de casca de arroz com solu33o nutritiva recirculante*. Pelotas: UFPel. 116p. (Tese doutorado).
- FAGAN ED. 2005. *Regime de irriga33o e densidade de frutos na produ33o do mel3o hidrop3nico*. Santa Maria: UFSM. 60p. (Disserta33o mestrado).
- FERNANDES AA; MARTINEZ HEP; FONTES PCR. 2002. Produtividade, qualidade dos frutos e estado nutricional do tomateiro tipo longa vida conduzido com um cacho, em cultivo hidrop3nico, em fun33o das fontes de nutrientes. *Horticultura Brasileira*. 20:564-570.
- FURLANI PR; SILVEIRA LCP; BOLONHEZI D; FAQUIN V. 1999. *Cultivo hidrop3nico de plantas*. Campinas: Instituto Agron3mico. 50p. (Boletim t3cnico; 180).
- GEN3NCIO GC; MAJEROWICZ N; ZONTA E; SANTOS AM; GRACIA D; AHMED CRM; SILVA MG. 2006. Crescimento e produtividade do tomateiro em cultivo hidrop3nico NFT em fun33o da concentra33o i3nica da solu33o nutritiva. *Horticultura Brasileira*. 24:175-179.
- GUSM3O SAL; BRAZ LT; BANZATTO DA; GUSM3O MTA; P3DUA JG. 2001. Densidade de plantio e cobertura do solo com filme de polietileno na produ33o de h3bridos de mel3o rendilhado, cultivados em casa de vegeta33o. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 41. *Resumos...* Bras3lia: SOB (CD-ROM).

- LÓPEZ-GALVÉZ LJ; PEIL RM. 2000. La modernidad del sistema de producción hortícola en el sudeste español. *Plasticulture*. 119: 44-81.
- JENSEN MH; COLLINS WL. 1985. Hydroponic vegetable production. In: JANICK J. (Ed.). *Horticultural Reviews*. Westport: 7:483-558.
- MARTINEZ HEP; BARBOSA JG. 1996. *O cultivo de flores sob hidroponia*. Viçosa:UFV. 25p. (Boletim de extensão; 38).
- MARTINEZ HEP; SILVA FILHO JB. 2004. *Introdução ao cultivo hidropônico de plantas*. Viçosa: UFV. 111p.
- MARTINS SR; PEIL RM; SCHWENGBER JE; ASSIS FN; MENDEZ MEG. 1998. Produção de melão em função de diferentes sistemas de condução de plantas em ambiente protegido. *Horticultura Brasileira*. 16:24-30.
- MEDEIROS SLP; FAGAN EB; SANTOS OS; HAUT V; BORCIONI E; LUZ GL; SIMON J; JASNIEWICZ LR; SINCHACK SSF. 2004. *Cultivo hidropônico do meloeiro*. Santa Maria: UFSM. 8p. (Informe técnico; 3).
- MONTEZANO EM. 2003. *Eficiência no uso da água e dos nutrientes e relações de contaminação de cultivos de alface em sistema hidropônico*. Pelotas: UFPel. 60p. (Dissertação Mestrado).
- MORAES CAG; FURLANI PR. 1999. Cultivo de hortaliças de frutos em hidroponia em ambiente protegido. *Informe Agropecuário*. Belo Horizonte: EPAMIG. 20:105-113.
- PÁDUA JG; BRAZ LT; CECÍLIO FILHO AB; CHIKITANE KS. 2001. Desempenho de cultivares de melão rendilhado em cultivo hidropônico sob condições de verão e inverno. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 41. *Resumos...*Brasília: SOB (CD-ROM).
- PAPADOUPOULOS AP; PARARAJASINGHAM S. 1997. The influence of plant spacing on light interception and use in greenhouse tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.): a review. *Scientia Horticulturae*. Harrow: Agriculture and Agri-Food Canada. 69:1-29.
- PEDROSA JF; TORRES FILHO J; MEDEIROS IB. 1991. Poda e densidade de plantio em melão. *Horticultura Brasileira*. 9:18-20.
- PEIL RMN. 2000. *Radiación solar interceptada y crecimiento Del pepino cultivado en NFT*. Almería: Universidad de Almería. 210p. (Tese Doutorado).

- PEREIRA C; MARCHI G. 2000. *Cultivo comercial em estufas*. Guaíba: Agropecuária. 118p.
- PURQUERIO LFV; CECÍLIO FILHO AB; BARBOSA JC. 2003. Efeito da concentração de nitrogênio na solução nutritiva e do número de frutos por planta sobre a produção do meloeiro. *Horticultura Brasileira*. Brasília. 21:185-190.
- RESH HM. 1997. *Cultivos hidropônicos: nuevas técnicas de producción*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa. 509p.
- SOUSA VF de; RODRIGUES BHN; ATHAYDE SOBRINHO C; COELHO EF; VIANA FMP; SILVA PHS da. 1999. *Cultivo do meloeiro sob fertirrigação por gotejamento no meio-norte do Brasil*. Teresina: Embrapa Meio-Norte. 68p. (Circular técnica, 21).
- STANGHELLINI C. 1987. *Transpiration of greenhouse crops. an aid to climate management*. Wageningen: Agricultural University. 150p. (Tese Doutorado).
- STEIJN B. 1995. *Training course on soilless cultivation of vegetables*. Wageningen: ISOSC. 79p.
- STRASSBURGER AS. 2007. *Crescimento da abobrinha italiana cultivada em substrato de casaca de arroz in natura com recirculação da solução nutritiva em duas estações de cultivo*. Pelotas: UFPel. 108p. (Dissertação Mestrado).
- VALANTIN M; GARY C; VAISSIÉRI BE; FROSSARD JS. 1999. Effect of load on partitioning of dry matter and energy in cantaloupe (*Cucumis melo* L.). *Annals of Botany*. 84: 173-181.

TABELAS

Tabela 1. Efeito do número de hastes por planta e da concentração de nutrientes, expressa através da condutividade elétrica da solução nutritiva, sobre a matéria fresca acumulada pela planta¹, os frutos, a fração vegetativa², a relação fruto/planta, o peso médio e o número de frutos do meloeiro cultivado em sistema hidropônico do tipo NFT em duas épocas de cultivo. Pelotas, UFPel, 2005.

Época de cultivo	Número de hastes	Matéria Fresca					Número de frutos/m ²
		Planta (g.m ⁻²)	Frutos (g.m ⁻²)	Fração vegetativa (g.m ⁻²)	Relação fruto/planta (g.g ⁻¹)	Peso médio frutos (g)	
Primavera Verão	1 haste	12779,0 a ⁴	8066,0 a	4713,0 a	0,63 a	1078,0 a	7,4 a
	2 hastes	9498,0 b	6264,0 b	3234,0 b	0,65 a	1198,0 a	5,2 b
Verão Outono	1 haste	2780,9 a	858,9 a	1922,0 a	0,30 a	268,4 a	3,2 a
	2 hastes	2024,0 b	660,4 a	1363,0 b	0,32 a	287,1 a	2,3 a
Conductividade elétrica ³ (dS.m ⁻¹)							
Primavera Verão	0,9	11931,0 ab	8335,0 a	3596,0 a	0,69 a	1128,0 a	7,3 a
	1,3	9273,0 b	5928,0 a	3345,0 a	0,64 a	1219,0 a	4,8 b
	1,8	12210,0 a	7231,0 a	4979,0 a	0,59 a	1066,0 a	6,7 ab
Verão Outono	0,9	1830,9 a	419,9 a	1411,0 a	0,23 a	149,9 b	2,8 a
	1,3	2594,3 a	896,3 a	1698,0 a	0,34 a	373,4 a	2,4 a
	1,8	2782,7 a	962,7 a	1820,0 a	0,34 a	310,5 a	3,1 a

Nota: ¹ Matéria fresca da planta corresponde a parte aérea (folhas + caule + pecíolos + frutos).

² Matéria fresca da fração vegetativa corresponde a soma: folhas + caule + pecíolos.

³ Concentração salina expressa através da condutividade elétrica da solução nutritiva, inicialmente estabelecida para cada tratamento.

⁴ Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem, dentro de cada fator e época de cultivo, significativamente pelo Teste de Tukey (P ≤ 5%).

Tabela 2. Efeito do número de hastes por planta e da concentração de nutrientes, expressa através da condutividade elétrica da solução nutritiva, sobre a matéria seca acumulada pela planta¹, os frutos, a fração vegetativa², a relação fruto/planta e o peso médio de frutos do meloeiro cultivado em sistema hidropônico do tipo NFT em duas épocas de cultivo, Pelotas, UFPel, 2005.

Época de cultivo	Número de hastes	Matéria Seca				
		Planta (g.m ⁻²)	Frutos (g.m ⁻²)	Fração Vegetativa (g.m ⁻²)	Relação fruto/planta (g.g ⁻¹)	Peso médio frutos (g)
Primavera Verão	1 haste	1053,7 a ⁴	496,1 a	557,6 a	0,48 a	67,0 a
	2 hastes	728,5 b	364,3 a	364,2 b	0,51 a	70,0 a
Verão Outono	1 haste	271,7 a	41,7 a	230,0 a	0,16 a	13,0 a
	2 hastes	144,0 b	30,1 a	113,9 b	0,21 a	13,1 a
Conductividade ³ elétrica (dS.m ⁻¹)						
Primavera Verão	0,9	920,3 a	508,2 a	412,1 ab	0,54 a	69,6 a
	1,3	750,5 a	376,7 a	373,8 b	0,53 a	78,4 a
	1,8	1002,4 a	405,7 a	596,7 a	0,42 a	60,5 a
Verão Outono	0,9	166,9 b	22,4 a	144,5 b	0,14 a	8,0 b
	1,3	197,4 ab	41,0 a	156,4 ab	0,22 a	17,0 a
	1,8	259,2 a	44,2 a	215,0 a	0,17 a	14,2 a

Nota: ¹ Matéria seca da planta corresponde a parte aérea (folhas + caule + pecíolos + frutos).

² Matéria seca da fração vegetativa corresponde a soma: folhas + caule + pecíolos.

³ Concentração salina expressa através da condutividade elétrica da solução nutritiva, inicialmente estabelecida para cada tratamento.

⁴ Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem, dentro de cada fator e época de cultivo, significativamente pelo Teste de Tukey (P ≤ 5%).

Tabela 3. Efeito do número de hastes por planta e da concentração de nutrientes, expressa através da condutividade elétrica da solução nutritiva, sobre o teor de matéria seca da planta, nos frutos, na fração vegetativa¹, no caule, nas folhas e nas relações da matéria seca da fração vegetativa/planta, do caule/fração vegetativa e das folhas/fração vegetativa do meloeiro cultivado em sistema hidropônico do tipo NFT em duas épocas de cultivo. Pelotas, UFPel, 2005.

Época de Cultivo	Número De hastes	Teor de matéria seca (%)				Relação de matéria seca			
		Frutos	Fração Vegetativa	Caule	Folhas	Fração vegetativa/planta (g.g ⁻¹)	Caule/fração vegetativa (g.g ⁻¹)	Folhas/fração vegetativa (g.g ⁻¹)	
Primavera Verão	1 haste	6,1 a ³	11,8 a	8,9 a	13,5 a	0,52 a	0,30 a	0,70 a	
	2 hastes	5,8 a	11,2 a	9,2 a	12,4 a	0,49 a	0,31 a	0,69 a	
Verão Outono	1 haste	5,0 a				0,84 a	0,35 a	0,65 a	
	0,9		12,3 a	8,4 a	15,3 a				
	1,3		12,1 a	8,4 a	15,9 a				
	1,8		11,5 a	8,1 a	16,1 a				
	2 hastes	4,6 b				0,79 a	0,33 a	0,67 a	
	0,9		7,3 b	5,3 b	8,8 b				
Primavera Verão	0,9		6,3 b	4,5 b	7,7 b				
	1,3		12,4 a	8,6 a	16,4 a				
	1,8								
Conductividade elétrica ² (dS.m ⁻¹)									
Primavera Verão	0,9	6,0 a	11,4 a	9,0 ab	12,9 a	0,46 a	0,30 a	0,70 a	
	1,3	6,3 a	11,1 a	8,4 b	12,7 a	0,47 a	0,29 a	0,71 a	
	1,8	5,6 a	12,0 a	9,9 a	13,3 a	0,58 a	0,31 a	0,69 a	
Verão Outono	0,9	5,3 a				0,86 a	0,30 b	0,70 a	
	1,3	4,6 b				0,78 a	0,32 b	0,68 a	
	1,8	4,6 b				0,83 a	0,38 a	0,62 b	

Nota:¹ Matéria seca da fração vegetativa corresponde a soma: folhas + caule + pecíolos.

² Concentração salina expressa através da condutividade elétrica da solução nutritiva, inicialmente estabelecida para cada tratamento.

³ Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem, dentro de cada fator e época de cultivo, significativamente pelo Teste de Tukey (P ≤ 5%).

ARTIGO 3

Consumo hídrico e de nutrientes e aspectos ambientais de sistemas recirculantes para o cultivo sem solo do meloeiro

Consumo hídrico e de nutrientes e aspectos ambientais de sistemas recirculantes para o cultivo sem solo do meloeiro

Eduardo M. Montezano¹ & Roberta M. N. Peil²

¹ Universidade Federal de Pelotas, FAEM, Depto. de Fitotecnia, C. Postal 354; 96010-900, Pelotas – RS.
E-mail: emonte@via-rs.net

² Universidade Federal de Pelotas, FAEM, Depto. de Fitotecnia, C. Postal 354; 96010-900, Pelotas – RS.
E-mail: rmpeil@ufpel.tche.br

RESUMO

Com o objetivo de quantificar o consumo hídrico e de nutrientes do meloeiro sob três concentrações de nutrientes da solução nutritiva (50, 75 e 100%), correspondendo respectivamente aos valores da condutividade elétrica inicial (0,9; 1,3 e 1,8 dS.m⁻¹) em dois sistemas de cultivo sem solo (substrato e hidroponia), com recirculação da solução nutritiva, e estabelecer as relações de eficiência e contaminação entre a biomassa fresca produzida dos frutos, a água e os nutrientes consumidos e os resíduos gerados, foram realizados dois experimentos em duas épocas de cultivo (primavera-verão e verão-outono) no período de setembro de 2004 a maio de 2005 em estufa plástica, no Campo Didático e Experimental do Departamento de Fitotecnia da Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel” da Universidade Federal de Pelotas. O sistema de cultivo em substrato utilizou sacos plásticos com casca de arroz *in natura* para cultivar as plantas de meloeiro, já na hidroponia foi adotada a técnica da lâmina de nutrientes (NFT). De acordo com os resultados pode-se concluir que o sistema de cultivo em substrato de casca de arroz “*in natura*” é mais eficiente no uso da água e dos nutrientes em relação ao cultivo hidropônico. Quanto mais elevada a concentração de nutrientes da solução nutritiva, maior o consumo de nutrientes totais, não sendo clara esta influência no consumo hídrico para as condutividades elétricas estudadas.

Palavras-chave: *Cucumis melo* L., substrato de casca de arroz, hidroponia, condutividade elétrica, solução nutritiva, contaminação.

ABSTRACT

Water and nutrient consumption and environmental aspects of recirculating systems for melon soilless cultivation

Experiments were carried out during two cultivation periods (Spring-Summer and Summer-Autumn) in order to quantify water and nutrient consumption of melon in two different soilless systems (hydropony and rice husk substrate) under three salt concentrations at the nutrient solution (50, 75 and 100%), corresponding respectively to the initial values of electrical conductivity (0,9; 1,3 and 1,8 dS.m⁻¹). Besides water and nutrient consumption, it has also been possible to establish efficiency and contamination ratios between fresh matter of fruit yield, water, consumed nutrients and system residues. The experiments were set up in a plastic greenhouse, at the Educational and Experimental Field of the Phytotechnical Department, FAEM, UFPel, during the months, September, 2004 – May, 2005. The cultivation system using rice husk substrate was built with plastic bags filled with “*in natura*” rice husk where the melon plants were placed. For the hydroponic system, the nutrient film technique (NFT) was employed. According to the results, it is possible to conclude that cultivation using “*in natura*” rice husk substrate presents higher efficiency in the usage of water and nutrients compared to the hydroponic system. The higher nutrient concentration of the nutrient solution, the higher is total nutrients consumption. This relationship however is not clear in the case of water consumption for the electrical conductivity levels studied.

Keywords: *Cucumis melo* L., rice husk substrate, hydroponic, electrical conductivity, nutrient solution, contamination.

INTRODUÇÃO

O cultivo intensivo em ambiente protegido tem ocasionado problemas de contaminação de solos e água. Como conseqüências, se observam a mineralização, a perda de estrutura e a alta salinidade dos solos, a contaminação da água devido à lixiviação dos produtos aplicados (fertilizantes e agrotóxicos) e problemas de pragas e

doenças cada vez mais difíceis de solucionar. Uma maior preocupação quanto à deterioração dos solos e das águas está levando a alguns agentes técnico-científicos a repensar o modelo atual, surgindo o desafio de melhorar a eficiência dos sistemas de cultivo. Torna-se importante definir os níveis recomendáveis de irrigação e adubação capazes de compatibilizar rendimento e qualidade elevados com contaminação reduzida.

Atualmente, uma grande atenção têm sido dada aos aspectos ambientais que envolvem os sistemas de produção agrícola, buscando-se conhecer e, conseqüentemente, minimizar os possíveis impactos ao solo e às águas superficiais e subterrâneas (Callenbach, 2001). Sabe-se que os sistemas de cultivo que utilizam técnicas de fertirrigação produzem perdas de água e fertilizantes, por lixiviação ou drenagem, da ordem de 20 a 50% do total da solução nutritiva fornecida à planta (Schroder *et al.*, 1995).

Pesquisas recentes têm comprovado que águas procedentes do escoamento doméstico, da descarga de efluentes industriais e de resíduos dos fertilizantes agrícolas são as principais fontes poluidoras que contribuem para a elevação dos níveis de fósforo e nitratos nos corpos d'água. O acúmulo de nitratos e de fósforo pode, em excesso, acelerar o processo de eutrofização das águas superficiais (Tundisi, 2003; Costa & Costa, 2004; Pés, 2005), sendo que em virtude de sua grande capacidade de lixiviação, é comumente encontrado em águas subterrâneas (Macêdo 2001). Em áreas de uso intensivo de fertilizantes ou dejetos animais, a concentração de nitrato é bem significativa, podendo, em alguns casos, atingir níveis próximos a $500 \text{ mg.litro}^{-1}$ de NO_3^- nas águas superficiais (Hermes & Silva, 2004).

O cultivo sem solo, por sua vez, representa mais uma opção dentro das técnicas de produção agrícola, podendo se adequar perfeitamente às exigências da alta qualidade, alta produtividade, mínimo desperdício de água e nutrientes, sem a perda destes no solo. Este tipo de cultivo vem crescendo substancialmente no Brasil e se apresenta como uma alternativa, proporcionando maior rendimento e qualidade da produção, bem como, economia de energia e redução da ocorrência de doenças. Além disso, através deste sistema de cultivo se desvincula a produção do nível de fertilidade do solo e, adicionalmente, otimiza-se o uso da área, dispensando a rotação de culturas

e o controle de plantas concorrentes, tornando-se uma tecnologia de produção viável a ser utilizada pelos olericultores, inseridos na cadeia produtiva das hortaliças cultivadas em ambiente protegido.

Nos sistemas de cultivo sem solo abertos (sem coleta e recirculação da solução nutritiva), ocorrem enormes perdas de água e fertilizantes e a conseqüente contaminação do solo. Logo, a adoção de sistemas fechados ou recirculantes de cultivo sem solo (com coleta, recirculação e reaproveitamento da solução lixiviada) permite além da economia de água e de fertilizantes, uma diminuição da contaminação ambiental, resultando assim numa maior eficiência do sistema (Magán-Cañadas, 1999). Em cultivos de meloeiro, Bacchi (2004) concluiu que a utilização de uma solução nutritiva menos concentrada, com condutividade elétrica inicial igual a $1,9 \text{ dS.m}^{-1}$, resulta em uma menor quantidade de nutrientes totais e nitrato lixiviados ao final do ciclo de cultivo, proporcionando melhorias nas relações de contaminação estabelecidas entre os resíduos gerados e a biomassa fresca de frutos produzida.

A adoção de sistemas fechados de cultivo sem solo permite obter uma economia notável de água e ainda maior de fertilizantes, o que vem a unir-se a uma diminuição da contaminação ambiental. Diversos resultados experimentais indicam que através destes sistemas é possível reduzir em 20 a 30% o fornecimento de água (Raviv *et al.*, 1995; Magán-Cañadas *et al.*, 1999; Montezano, 2003) e em 25 a 45% o gasto com fertilizantes (Van Os *et al.*, 1991; Magán-Cañadas *et al.*, 1999; Montezano, 2003). De maneira geral, nos sistemas fechados de cultivo sem solo, as quantidades de fertilizantes e água utilizadas são menores do que em cultivos no solo, sendo a água aproveitada ao máximo, pois as perdas observadas são relacionadas somente à transpiração da cultura e à pequena evaporação dos canais de cultivo (Rodrigues, 2002).

Pode-se afirmar que os sistemas fechados de cultivo sem solo, com recirculação da solução nutritiva, melhoram a eficiência no uso da água e dos nutrientes, diminuindo a contaminação, sobretudo nos aspectos referentes aos lixiviados. Um controle cuidadoso das possíveis perdas e a melhora no manejo das culturas neste sistema pode diminuir ainda mais o gasto de água e fertilizantes, incrementando

consideravelmente a eficiência no uso destes fatores (López-Gálvez & Naredo, 1996; Peil & López-Gálvez, 1999).

Assim, o presente trabalho tem por objetivo quantificar o consumo hídrico e de nutrientes e determinar os resíduos gerados e as relações de eficiência e contaminação do meloeiro em dois sistemas de cultivo sem solo recirculantes (substrato e hidroponia), sob três concentrações de nutrientes da solução nutritiva em duas épocas de cultivo (primavera-verão e verão-outono) com diferentes disponibilidades radiativas.

MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos simultâneos (cultivo em substrato de casca de arroz “*in natura*” e cultivo em sistema hidropônico) foram conduzidos em uma estufa plástica em duas épocas de cultivo (primavera-verão e verão-outono) no período de setembro de 2004 a maio de 2005, no Campo Didático e Experimental do Departamento de Fitotecnia da Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel” da Universidade Federal de Pelotas. A estufa utilizada foi do modelo “arco pampeana” de estrutura metálica, coberta com filme plástico de polietileno de baixa densidade de 150 μm de espessura, disposta no sentido norte-sul. Nos dias 29/09/2004 e 03/02/2005, respectivamente, nos cultivos de primavera-verão e verão-outono, foram realizadas as sementeiras da cultivar de meloeiro Hale’s Best Jumbo, com frutos climatéricos do tipo rendilhado. As mudas de meloeiro foram produzidas em bandejas de poliestireno expandido de 72 células, com substrato de vermiculita, em sistema flutuante (*floating*). Nesta fase inicial, utilizou-se a solução nutritiva indicada por Castro (1999) para a cultura do meloeiro (NO_3^- : 12,25; H_2PO_4^- : 1,25; SO_4^{2-} : 1,4; NH_4^+ : 0,8; K^+ : 5,5; Ca^{+2} : 4,0; Mg^{+2} : 1,0; expressos em mmol/litro), na concentração de 50% (exceto os micronutrientes, que foram mantidos na concentração original; Fe: 4,0; Mn: 0,56; Zn: 0,26; B: 0,22; Cu: 0,03; Mo: 0,05; expressos em mg/litro), correspondendo a uma condutividade elétrica inicial de 0,9 dS.m^{-1} .

Nos experimentos de primavera-verão (substrato e hidroponia), as mudas (com aproximadamente seis folhas verdadeiras) foram transplantadas no dia 04/11/2004. Nos experimentos de verão-outono as mudas foram transplantadas para os canais no dia 17/03/2005. Nos experimentos com adoção do sistema de cultivo em substrato, as

mudas foram transplantadas individualmente para sacos de cultivo, dispostos no interior de canais de madeira revestidos com plástico dupla face branco/preto, contendo 12 litros de casca de arroz *in natura*, e perfurados na base para permitir a drenagem da solução nutritiva excedente em 20% à capacidade máxima de retenção de água do substrato. Já nos experimentos com adoção do sistema hidropônico, utilizou-se a técnica da lamina de nutrientes (NFT), em que as mudas foram transplantadas diretamente com raiz nua para canais de cultivo, revestidos com filme plástico dupla face preto/branco. As mudas transplantadas para este sistema, necessitaram de uma pré-lavagem do sistema radicular com água corrente para a retirada do excesso da vermiculita empregada como substrato, a qual poderia comprometer o bom funcionamento do conjunto moto-bomba.

No sistema em substrato a solução foi distribuída nas linhas de cultivo através de mangueiras de polietileno flexível e gotejadores localizados na base de cada planta, com intervalos de tempo pré-determinados pelo temporizador, com a vazão média de 1,6 litro.planta.dia⁻¹. Já, na hidroponia, a recirculação do lixiviado ocorreu através de canais de drenagem com declividade de 2%, construídos com polietileno dupla-face branco-preto e dispostos sobre os canais de cultivo fabricados de madeira, os quais conduziram o lixiviado produzido até os tanques de armazenamento da solução nutritiva. As plantas foram mantidas com aproximadamente 2/3 do seu sistema radicular imerso num filme de solução nutritiva, mantido através de fluxo intermitente de irrigação, programado através de um temporizador, responsável por acionar e desligar a moto bomba dos canais de cultivo, a intervalos de tempo pré-estabelecidos e com uma vazão média de 1,8 litro.min⁻¹ por canal de cultivo.

Após o transplante das mudas, o conjunto moto bomba era acionado (durante 4 minutos a cada 1 hora, no cultivo em substrato e durante 30 minutos a cada 1 hora, no cultivo hidropônico) no período diurno (das 8:00 h às 18:00 h) sendo que, no período noturno, o sistema era mantido desligado. Na hidroponia, nas primeiras 12 horas após o transplante, o sistema de irrigação foi mantido funcionando continuamente com o objetivo de evitar um eventual estresse hídrico às plantas. Os tanques de armazenamento da solução nutritiva, em número de três para cada experimento (um

para cada linha dupla do canal de cultivo) eram de fibra de vidro em formato cilíndrico, com capacidade para 500 litros cada.

As plantas foram tutoradas com fio de ráfia, efetuando-se a poda apical das hastes quando atingiram o arame da parte superior da estufa (2,50 metros de altura da base do canal de cultivo até o fio de arame). Para todos os experimentos a densidade foi de 2,66 hastes.m⁻².

Em ambos os experimentos realizados nas duas épocas de cultivo estudou-se como fator a concentração de nutrientes da solução nutritiva em três níveis (50, 75 e 100%; com base na solução recomendada por Castro (1999) para a cultura do meloeiro), correspondendo, respectivamente, aos três tratamentos experimentais de condutividades elétricas iniciais de 0,9; 1,3 e 1,8 dS.m⁻¹, sendo que os micronutrientes foram mantidos na concentração original nas três soluções. A solução nutritiva foi monitorada diariamente através das medidas de condutividade elétrica (condutivímetro manual) e de pH (peagômetro manual) nos tanques de armazenamento da solução. A reposição da solução nutritiva foi realizada quando a condutividade elétrica inicial diminuiu ou aumentou em 20%, através, respectivamente, da adição de solução estoque concentrada ou somente de água. O pH da solução foi mantido numa faixa de 6,5 ± 0,3 através da adição de solução ácida ou básica, conforme a necessidade.

Em cada um dos experimentos realizados, os três tratamentos experimentais foram distribuídos em três linhas duplas de cultivo (totalizando seis canais de cultivo, ou seja, uma linha dupla/tratamento) com 7,5 metros de comprimento, e distância interna de 0,50 metros e caminho de 1,20 metros, com um total de 24 plantas por linha dupla. Considerando que o conjunto formado por dois canais de cultivo (NFT) ou de drenagem (substrato) e pelo tanque de armazenamento da solução nutritiva constituem um lisímetro de drenagem, semelhante ao descrito por Valandro (2003), o consumo hídrico dos sistemas foi estimado através da leitura direta da altura da lâmina de solução nutritiva nos tanques de armazenamento nas três diferentes concentrações, considerando o volume de reposição. Nos distintos tratamentos, o volume inicial da solução nutritiva foi de 400 litros, correspondente a uma lâmina de 50,0 cm de altura. Diariamente, foi efetuada a medida da altura da lâmina, com o uso de uma régua graduada, estimando-se por diferença o volume consumido de solução (V; mm³),

através da seguinte expressão: $V=(\pi.d^2/4).h$, onde: $\pi=3,1416$; d =diâmetro do tanque (mm); h =altura da lâmina (mm). Com base nesses dados, estimou-se o volume de água consumido (litros.m⁻²) durante o ciclo de cultivo e o volume de solução lixiviada (litros.m⁻²) restante nos tanques ao final do ciclo de cultivo.

O consumo de nutrientes, ou seja, a quantidade de nutrientes extraídos pelas plantas ao final do ciclo (g.m⁻²), foi estimado pela diferença entre a quantidade total de nutrientes fornecidos e a quantidade final de nutrientes presentes na solução nutritiva no dia da colheita final (obtida através da relação entre a concentração de nutrientes e o volume de solução lixiviada) e no resíduo da casca de arroz, no cultivo em substrato. As análises da concentração de nutrientes, presentes nas amostras das soluções nutritivas lixiviadas e no resíduo do substrato da casca de arroz, ao final de ambos ciclos de cultivo foram realizadas no Laboratório de Nutrição de Plantas, do Departamento de Solos, da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, da Universidade Federal de Pelotas. Foram determinadas as concentrações dos seguintes macronutrientes: nitrogênio (nitrato e amoniacal), fósforo, potássio, cálcio e magnésio. As concentrações de nutrientes referentes à composição química inicial da casca de arroz "*in natura*", antes de ser utilizada como substrato foram as seguintes: nitrogênio: 4,42; fósforo: 0,40; potássio: 0,93; cálcio: 1,95 e magnésio: 0,70; expressas em grama.kg⁻¹.

A colheita foi realizada quando os frutos atingiram o ponto ideal de colheita (desenvolvimento da capa de abscisão na inserção do pedúnculo e determinação do conteúdo de açúcares $\geq 9^{\circ}$ Brix), efetuando-se a pesagem da biomassa fresca dos mesmos. Para efeito da avaliação da biomassa fresca final dos frutos, em ambos experimentos, utilizou-se doze plantas tanto no cultivo de primavera-verão como de verão-outono. Os dados referentes à radiação solar global externa acumulada nos dois ciclos de cultivo foram obtidos na Estação Agroclimatológica da UFPel, localizada a aproximadamente 800 metros do local dos experimentos, com valores acumulados de 1287,18 MJ.m⁻² na primavera-verão e 719,14 MJ.m⁻² no verão-outono.

Ao final dos ciclos de cultivo, além do consumo hídrico e de nutrientes da cultura, determinou-se a quantidade de resíduos sólidos gerados dos sistemas (volume de substrato e de plástico dos sacos de cultivo, do revestimento dos canais e dos fios de

ráfia) e de resíduos lixiviados ao final dos ciclos de cultivo (volume de solução, gramas de nutrientes totais e gramas de nitrato lixiviados). Adicionalmente, determinou-se a quantidade de nutrientes totais e de nitrato presentes no substrato descartado. Os dados foram transformados para área cultivada (litro.m^{-2} e gramas.m^{-2}) e volume de solução lixiviada ou substrato descartado (gramas.litro^{-1}). Através dos dados, determinou-se também a eficiência no uso da água e dos nutrientes (gramas de matéria fresca de frutos produzida por litro de água ou por grama de nutrientes consumidos) e as relações de contaminação (litros de solução nutritiva lixiviada e litros de substrato descartado por quilograma de matéria fresca de frutos produzida) nos dois sistemas de cultivo.

RESULTADOS E DICUSSÃO

Os resultados mostram que o consumo hídrico, por unidade de área (Tabela 1) sofreu pequenas variações entre as diferentes concentrações de nutrientes, apresentando uma tendência de aumento, à medida que se elevou a condutividade elétrica da solução nutritiva de 50% ($\text{CE} = 0,9 \text{ dS.m}^{-1}$) para 75% ($\text{CE} = 1,3 \text{ dS.m}^{-1}$), nos dois sistemas sem solo (substrato e hidroponia), nas duas épocas de cultivo, embora, tal tendência não tenha sido observada quando se elevou a concentração de 75% para 100%. Exceto no sistema hidropônico, na primavera-verão, em que as diferenças entre os três tratamentos foram praticamente inexistentes. Os resultados sugerem que mesmo na concentração salina mais elevada, não houve uma redução do potencial osmótico da solução nutritiva, a ponto de diminuir o fluxo de água para a planta. Tornando-se importante destacar que as referidas concentrações salinas situaram-se abaixo da faixa de condutividade elétrica indicada para a cultura do meloeiro, que varia de 1,9 a 3,5 dS.m^{-1} , de acordo com a recomendação de Furlani *et al.* (1999); Amor *et al.* (2001); Bacchi (2004). O menor consumo hídrico das plantas cultivadas na solução nutritiva menos concentrada ($\text{CE} = 0,9 \text{ dS.m}^{-1}$), na hidroponia, no verão-outono, possivelmente, ocorreu devido às menores quantidades de biomassa total produzida (dados não mostrados).

De maneira geral (Tabela 1) observou-se uma tendência crescente de consumo por unidade de área dos macronutrientes, conforme se aumentou a concentração de

nutrientes de 50% até 100%. Cabendo ressaltar que as quantidades estimadas de nutrientes totais consumidos no cultivo em substrato (Tabela 1) foram numericamente semelhantes às encontradas por Bacchi (2004), avaliando valores mais elevados de condutividade elétrica (1,9 a 2,9 dS.m⁻¹), para a cultura do meloeiro cultivado em substrato de casca de arroz, em sistema recirculante.

Analisando-se os resultados referentes ao consumo hídrico dos cultivos de meloeiro (Tabela 1), em relação as diferentes épocas de cultivo, observou-se que o gasto de água foi numericamente superior durante a primavera-verão, para ambos sistemas de cultivo. Dados que podem ser justificados pela afirmativa de que em períodos de alta radiação solar disponível e, conseqüentemente de temperaturas mais elevadas, as plantas têm uma perda de água para o ambiente mais elevada, devido à alta demanda atmosférica, fazendo com que elas absorvam água em maiores quantidades (Lorenzo-Mínguez, 1999; Larcher, 2000; Salles, 2002). As diferenças observadas entre o consumo de água na primavera-verão e no verão-outono são extremamente relevantes, permitindo caracterizar de forma clara a influência indireta da radiação solar disponível no fluxo transpiratório das plantas.

Dados referentes à radiação solar global externa acumulada durante os diferentes períodos experimentais demonstram que no cultivo de verão-outono a disponibilidade radiativa foi apenas 55,8 % do total da radiação solar disponível no período de primavera-verão. Diferença que, possivelmente, fez com que houvesse variações no consumo hídrico dos cultivos de meloeiro (Tabela 1) entre as diferentes épocas de cultivo. Devendo-se considerar que o principal mecanismo que as plantas dispõem para se proteger da radiação elevada é a transpiração (Boulard *et al.*, *apud* Andriolo, 1999; Valandro, 2003). Os dados de radiação solar justificam também, de certa forma, a severidade com que as doenças fúngicas, principalmente o oídio (*Sphaerotheca fuliginea*), afetaram toda parte aérea das plantas, no cultivo de verão-outono, devido às condições de baixa luminosidade que favoreceram a intensificação da doença (Rego, 1995). O aumento da doença, deixando as folhas primeiramente, cobertas por uma massa branca pulverulenta, formada por conidióforos e conídios do fungo e, posteriormente amareladas, comprometeu a área foliar com capacidade transpiratória e fotossintetizante.

Em relação aos diferentes sistemas de cultivo, observou-se uma tendência de aumento no gasto de água por unidade de área (Tabela 1) na hidroponia, sendo que para os resultados do consumo de nutrientes totais (Tabela 1) foi também observado um comportamento semelhante. Nos cultivos hidropônicos, o manejo de irrigação se diferencia daqueles em substrato (Cánovas-Martínez, 1999), cabendo ressaltar que as plantas hidropônicas apresentaram o seu sistema radicular em regime quase contínuo de fornecimento de água, o que de certa forma, proporcionou uma quantidade maior de água e fertilizantes disponíveis às plantas, quando comparadas àquelas cultivadas em substrato.

Com relação aos resíduos gerados pelos sistemas (Tabela 2), observou-se que o volume de solução nutritiva descartada (lixiviada) ao final dos ciclos de cultivos foi semelhante para ambos os sistemas, atingindo níveis superiores no verão-outono. Para os resíduos de nutrientes totais lixiviados, presentes na solução nutritiva descartada, o comportamento foi bastante variado, demonstrando uma tendência de aumento, à medida que se eleva a condutividade elétrica da solução (Tabela 2), exceto no cultivo em substrato, na primavera-verão e na hidroponia, no verão-outono. Em relação aos nutrientes totais presentes no resíduo de substrato (casca de arroz descartada), houve uma tendência de aumento, conforme se elevou a concentração de nutrientes da solução nutritiva, na primavera-verão (Tabela 2). Já, no verão-outono se observou um aumento da quantidade de nutrientes totais no substrato, apenas quando se elevou a concentração de 75 para 100%, mas não de 50 para 75%. Comportamento semelhante foi observado para a quantidade de nitrato presente no substrato, em relação as diferentes concentrações de nutrientes e épocas de cultivo (Tabela 2).

Os resultados dos resíduos de nitrato (Tabela 2) presentes na solução nutritiva lixiviada demonstraram uma tendência decrescente de acúmulo, à medida que se elevou a concentração de nutrientes da solução, nas duas épocas de cultivo, em ambos sistemas, exceto na primavera-verão, no sistema hidropônico. Dados esses, que apresentaram níveis semelhantes aos encontrados por Bacchi (2004), para o meloeiro cultivado em substrato de casca de arroz, permitindo afirmar que este volume residual de solução lixiviada, é uma potencial fonte poluidora do solo e de águas superficiais. Segundo a Organização Mundial da Saúde – OMS, concentrações de nitratos acima de

50 mg.litro⁻¹ e no máximo de 100 mg.litro⁻¹, presentes em águas consumidas pela população, podem afetar gravemente a saúde das pessoas (Lara, 1999). A casca de arroz descartada pode também ser uma importante fonte poluidora do ambiente, devido às quantidades de nitrato presentes (Tabela 2), a não ser que seja reutilizada na forma compostada e/ou carbonizada, na composição de substratos hortícolas.

Tomando por base a produtividade média de frutos (Tabela 3), nas três diferentes concentrações de nutrientes da solução nutritiva, no cultivo de primavera-verão, em ambos sistemas, tem-se um rendimento de frutos superior aos obtidos em outras pesquisas de 3,4 kg.m⁻² e 3,7 kg.m⁻², cultivando em substrato e ambiente protegido, obtidos respectivamente por Pádua *et al.*, (2001) e Bacchi (2004), de 3,7 kg.m⁻², cultivando no solo (Faria *et al.*, 2000) e de 2,5 kg.m⁻² cultivando em ambiente protegido, com fertirrigação, encontrados por Farias *et al.* (2003). Porém, tais rendimentos de frutos (Tabela 3) atingiram níveis semelhantes aos citados por Alarcón *et al.* (1999) e Duarte (2006) para melão rendilhado cultivado em substrato, respectivamente de 11,0 kg.m⁻² e 9,2 kg.m⁻² e aos citados por Purquerio *et al.* (2003), Medeiros *et al.* (2004) para melão hidropônico, respectivamente de 8,0 kg.m⁻² e 7,6 kg.m⁻². Com base em todos os resultados verificou-se uma tendência de maior produtividade média de frutos no cultivo em substrato. No cultivo de verão-outono, visto a baixa produtividade média de frutos (Tabela 3), provavelmente influenciada pelo fluxo decrescente da radiação solar disponível, associado ao ataque severo de oídio, sugere-se que se antecipe o ciclo da cultura, realizando o transplante das mudas até o final do mês de fevereiro, para não haver um comprometimento da produção comercial de frutos.

Para as relações de eficiência, a maior disponibilidade de radiação solar na primavera-verão, exerceu forte influência nos resultados, havendo uma tendência de maior rendimento, tanto em relação à água como para os nutrientes consumidos (Tabela 3), comparado ao cultivo de verão-outono. Sendo que o cultivo em substrato de casca de arroz *in natura* mostrou-se mais eficiente em relação ao hidropônico, devido a maior produtividade média de frutos e o menor consumo de água e nutrientes. As relações de contaminação (Tabela 3) foram superiores no cultivo de verão-outono, influenciadas principalmente pela baixa produtividade de frutos. Os resíduos gerados

nos dois sistemas recirculantes em estudo (Tabela 2), são em quantidades muito menores, daquelas geradas em sistemas abertos (sem coleta e recirculação da solução nutritiva). Algumas pesquisas afirmam que em sistemas abertos de cultivo sem solo de hortaliças de frutos, com utilização de substratos, são descartados na forma de resíduos lixiviados cerca de 200 a 300 litros.m⁻² de solução nutritiva, com perdas aproximadas de 5000 a 8000 kg de fertilizantes por hectare (Benoit & Ceustermans, 1995; Lara, 1999). Com base nas quantidades de plástico descartadas, dos sacos de cultivo, do revestimento dos canais e dos fios de rafia, estimou-se um valor médio de resíduo gerado, para ambos os sistemas de cultivo sem solo, de 0,0030 m³.m⁻², cabendo ressaltar que o filme plástico utilizado no revestimento dos canais pode ser reutilizado para mais de um ciclo de cultivo.

Considerando-se que os níveis de contaminação ambiental oriundos dos sistemas de cultivo sem solo estudados são baixos, indica-se o cultivo em substrato de casca de arroz *in natura*, com a solução nutritiva na concentração 100% (CE = 1,8 dS.m⁻¹), como o mais adequado na época de primavera-verão, proporcionando maior eficiência e rendimento da cultura associada à contaminação reduzida. No cultivo de verão-outono, as eficiências de ambos sistemas foram muito baixas, sugerindo-se estudos semelhantes a esses, com antecipação do transplante das mudas.

De acordo com os resultados, pode-se concluir que o sistema de cultivo em substrato de casca de arroz "*in natura*" é mais eficiente no uso da água e dos nutrientes em relação ao cultivo hidropônico. Quanto mais elevada a concentração de nutrientes da solução nutritiva, maior o consumo de nutrientes totais, não sendo clara esta influência no consumo hídrico para as condutividades elétricas estudadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALARCÓN AL; MADRID R; EGEA C; GUILLÉN I. 1999. Calcium deficiency provoked by the application of different forms and concentrations of Ca²⁺ to soilless cultivated muskmelons. *Scientia Horticulturae*. 81:89-102.

AMOR FM; FLORES P; CARVAJAL M; MARTÍNEZ JM; NAVARRO JM; CERDÁ A. 2001. Yield responses of soilless melon and tomato to different irrigation water qualities. *Acta Horticulturae*. 559:333-338.

- ANDRIOLO JL. 1999. *Fisiologia das culturas protegidas*. Santa Maria: UFSM, 142p.
- BACCHI S. 2004. Crescimento, eficiência no uso da água e dos nutrientes e relações de contaminação do meloeiro cultivado em substrato de casca de arroz. Pelotas: UFPel. 59p. (Dissertação Mestrado).
- BENOIT F; CEUSTERMANS N. 1995. Horticultural aspects of ecological soilless growing methods. *Acta Horticulturae*. 396:11-24.
- CALLENBACH E. 2001. *Ecologia*. São Paulo: Petrópolis. 220p.
- CÁNOVAS-MARTÍNEZ F. 1999. Sistemas de cultivos hidropônicos. In: MILAGROS MF; GÓMEZ IMC (Edits). *Cultivo sin suelo II*. Almeria: Curso Superior de Especialización/DGIFA/FIAPA/Caja Rural de Almeria. p. 207-228.
- CASTRO AC. 1999. Formulación de la solución nutritiva: parámetros de ajuste. In: MILAGROS MF; GÓMEZ IMC (Edits). *Cultivo sin suelo II*. Almeria: Curso Superior de Especialización/DGIFA/FIAPA/Caja Rural de Almeria. p. 257-266.
- COSTA MAG; COSTA EC. 2004. *Poluição ambiental: herança para gerações futuras*. Santa Maria: Orium. 256p.
- DUARTE T da S. 2006. *Crescimento do meloeiro cultivado em substrato de casca de arroz com solução nutritiva recirculante*. Pelotas: UFPel. 116p. (Tese Doutorado).
- FARIA ECD; CARRIJO OA; MORETTI CL. 2004. Avaliação de fontes de cálcio na cultura do melão tipo “Gália” sob cultivo protegido. *Horticultura Brasileira*. 22:557-561.
- FARIAS CH de A; SOBRINHO JE; MEDEIROS JF de; COSTA M da C; NASCIMENTO IB do; SILVA MC de C. 2003. Crescimento e desenvolvimento da cultura do melão sob diferentes lâminas de irrigação e salinidade da água. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 7:445-450.
- HERMES LC; SILVA AS. 2004. *Avaliação da qualidade das águas: manual prático*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 55p.
- LARA AE. 1999. Los cultivos sin suelo y el medio ambiente. In: MILAGROS MF; GÓMEZ IMC (Edits). *Cultivo sin suelo II*. Almeria: Curso Superior de Especialización/DGIFA/FIAPA/Caja Rural de Almeria. p. 333-347.
- LARCHER W. 2000. *Ecofisiologia Vegetal*. São Carlos: RIMA. 531p.

- LÓPEZ-GALVEZ J; NAREDO JM. 1996. *Sistemas de producción e incidência ambiental del cultivo em suelo enarenado y en sustratos*. Madrid: Fundación Argentaria. 294p.
- LORENZO-MÍNGUEZ P. 1999. Los factores ambientales en el manejo de los cultivos sin suelo. In: MILAGROS MF; GÓMEZ IMC (Edits). *Cultivo sin suelo II*. Almeria: Curso Superior de Especialización/DGIFA/FIAPA/Caja Rural de Almeria. p. 149-172.
- MACÊDO JAB de. 2001. *Águas & águas*. São Paulo: Varela. 505p.
- MAGÁN-CAÑADAS JJ. 1999. Sistemas de cultivo en sustrato: a solución perdida y con recirculación del lixiviado. In: MILAGROS MF; GÓMEZ IMC (Edits). *Cultivo sin suelo II*. Almeria: Curso Superior de Especialización/DGIFA/FIAPA/Caja Rural de Almeria. p. 173-205.
- MAGÁN-CAÑADAS JJ; ROMERA MP; CANOVAS F; FERNANDES E. 1999. Ahorro de água y nutrientes mediante un sistema de cultivo sin suelo con reúso del drenaje en tomate larga vida. In: Congresso Nacional de Riegos. Murcia. *Actas...* p.186-193.
- MEDEIROS SLP; FAGAN EB; SANTOS OS; HAUT V; BORCIONI E; LUZ GL; SIMON J; JASNIEWICZ LR; SINCHACK SSF. 2004. *Cultivo hidropônico do meloeiro*. Santa Maria: UFSM. 8p. (Informe técnico; 3).
- MONTEZANO EM. 2003. *Eficiência no uso da água e dos nutrientes e relações de contaminação de cultivos de alface em sistema hidropônico*. Pelotas: UFPel. 60p. (Dissertação Mestrado).
- PÁDUA JG; BRAZ LT; CECÍLIO FILHO AB; CHIKITANE KS. 2001. Desempenho de cultivares de melão rendilhado em cultivo hidropônico sob condições de verão e inverno. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 41. *Resumos...* Brasília: SOB (CD-ROM).
- PEIL RMN; LÓPEZ-GALVEZ J. 1999. Cultivo del tomate con la técnica de la lámina de nutrientes (NFT), em el Sudeste español. In: Congreso Iberoamericano de Aplicación de los Materiales Plásticos utilizados en Agricultura. Ciudad de Panamá. *Actas...*p.124-139.
- PES JHF. 2005. *O mercosul e as águas: a harmonização, via mercosul, das normas de proteção às águas transfronteiriças do Brasil e Argentina*. Santa Maria: UFSM. 104p.

- PURQUERIO LFV; CECÍLIO FILHO AB; BARBOSA JC. 2003. Efeito da concentração de nitrogênio na solução nutritiva e do número de frutos por planta sobre a produção do meloeiro. *Horticultura Brasileira*. Brasília. 21:185-190.
- RAVIV M; REUVENI R; KRASNOVSKY A; MEDINA SH. 1995. Recirculation of rose drainage water under semi-arid conditions. *Acta Horticulturae*, 401:427-433.
- REGO AM. 1995. Doenças causadas por fungos em cucurbitáceas. *Informe Agropecuário*. Belo Horizonte, 17:48-54.
- RODRIGUES LRF. 2002. *Técnicas de cultivo hidropônico e de controle ambiental no manejo de pragas, doenças e nutrição vegetal em ambiente protegido*. Jaboticabal: Funep. 762p.
- SALLES RF de M. 2002. Fisiologia de produção de olerícolas. In: WACHOWICZ CM; CARVALHO RIN de. *Fisiologia Vegetal: produção e pós-colheita*. Curitiba: Champagnat. p.183-203.
- SCHRODER FG; SCHWARZ D; KUCHENBUCH R. 1995. Comparison of biomass production of tomatoes grown in two circulating systems. *Gartenbauwissenschaft*. 60(6):294-297.
- TUNDISI JG. 2003. *Água no século XXI: enfrentando a escassez*. São Carlos: RIMA. 248p.
- VALANDRO J. 2003. *Respostas fisiológicas do tomateiro (Lycopersicon esculentum Mill.) cultivado em substrato sob diferentes níveis hídricos em ambiente protegido*. Pelotas: UFPel. 49p. (Tese Doutorado).
- VAN OS EA; RUIJS MNA; VAN WEEL PA. 1991. Closed business systems for less pollution from greenhouses. *Acta Horticulturae*. 294:49-57.

TABELAS

Tabela 1. Consumo hídrico e de nutrientes da cultura do meloeiro em sistemas de cultivo sem solo, sob diferentes concentrações de nutrientes (expressas através da condutividade elétrica da solução nutritiva) em duas épocas de cultivo. Pelotas, UFPel, 2005.

Sistema de cultivo	Época de cultivo	Condutividade elétrica (dS.m ⁻¹)	Consumo hídrico (litro.m ⁻²)	Consumo de nutrientes					
				Condutores totais ² (g.m ⁻²)	N	P	K	Ca	Mg
Substrato ¹	Primavera	0,9	113,2	15,64	4,90	0,85	6,00	3,65	0,24
	Verão	1,3	132,6	28,05	8,80	1,22	9,35	7,94	0,74
		1,8	120,9	31,17	10,48	1,64	11,83	7,01	0,21
	Verão	0,9	82,3	17,22	4,38	1,35	4,90	6,49	0,10
	Outono	1,3	98,2	24,40	7,57	1,61	6,66	8,46	0,10
		1,8	92,8	31,39	9,98	2,11	8,00	11,15	0,15
Hidroponia	Primavera	0,9	201,2	41,5	11,85	2,99	12,57	12,67	1,44
	Verão	1,3	201,0	50,0	14,40	2,85	15,89	15,22	1,71
		1,8	206,7	52,2	15,02	2,97	16,57	15,88	1,80
	Verão	0,9	104,7	23,55	7,25	1,44	6,74	7,36	0,76
	Outono	1,3	159,7	33,24	9,71	1,93	10,27	10,24	1,09
		1,8	153,6	45,42	13,24	2,51	14,00	14,12	1,55

Nota: ¹ Substrato de casca de arroz *in natura*.

² O consumo de nutrientes totais corresponde a soma dos macroelementos minerais N, P, K, Ca e Mg.

Tabela 2. Resíduos gerados pela cultura do meloeiro em substrato e hidroponia, sob diferentes concentrações de nutrientes (expressas através da condutividade elétrica da solução nutritiva) em duas épocas de cultivo. Pelotas, UFPel, 2005.

Sistema de cultivo	Época de cultivo	Condutividade elétrica (dS.m ⁻¹)	Resíduos gerados						
			Solução nutritiva			Substrato descartado ²			
			Volume lixiviado (litro.m ⁻²)	Nutrientes totais lixiviados ³ (grama.m ⁻²)	Nitrato lixiviado (grama.litro ⁻¹)	Nutrientes totais (grama.m ⁻²)	Nitrato (grama.litro ⁻¹)	Nitrato (grama.litro ⁻¹)	
Substrato	Primavera	0,9	9,9	1,00	0,10	0,49	0,31	7,11	2,76
	Verão	1,3	11,7	0,49	0,04	0,46	0,34	7,89	3,77
		1,8	8,2	0,85	0,10	0,38	0,44	9,89	3,39
	Verão	0,9	19,9	2,00	0,10	0,33	0,38	8,59	8,75
	Outono	1,3	14,5	4,26	0,29	0,21	0,34	7,74	6,32
		1,8	14,2	4,92	0,34	0,21	0,54	12,18	6,78
Hidroponia	Primavera	0,9	7,9	0,27	0,03	0,42			
	Verão	1,3	9,6	0,38	0,04	0,31			
		1,8	7,4	0,38	0,05	0,35			
	Verão	0,9	18,6	2,84	0,15	0,36			
	Outono	1,3	13,8	0,82	0,05	0,27			
		1,8	16,8	1,00	0,07	0,25			

Nota: ¹ Solução nutritiva descartada ou lixiviada ao final dos ciclos de cultivo.

² Dados para um volume de 22,5 litros.m⁻² de substrato descartado (casca de arroz *in natura*) ao final dos ciclos de cultivo.

³ Os nutrientes totais correspondem a soma dos macroelementos minerais N, P, K, Ca e Mg.

Tabela 3. Produtividade média de frutos, eficiência no uso da água e de nutrientes e relações de contaminação da cultura do meloeiro em sistemas de cultivo sem solo, sob diferentes concentração de nutrientes (expressas através da condutividade elétrica da solução nutritiva) em duas épocas de cultivo. Pelotas, UFPel, 2005.

Sistema de cultivo	Época de cultivo	Condutividade elétrica (dS.m ⁻¹)	Produtividade média de frutos (kg.m ⁻²)	Relações de eficiência			Relações de contaminação		
				Matéria fresca produtiva/água consumida (g.litro ⁻¹)	Matéria fresca produtiva/nutrientes totais consumidos ¹ (g.g ⁻¹)	Solução nutritiva lixiviada/matéria fresca produtiva (litro.kg ⁻¹)	Matéria fresca produtiva/água consumida (g.litro ⁻¹)	Solução nutritiva lixiviada/matéria fresca produtiva (litro.kg ⁻¹)	Substrato ² /matéria fresca produtiva (litro.kg ⁻¹)
Substrato	Primavera	0,9	7,4	65,7	475,5	1,3	3,0		
	Verão	1,3	8,3	62,5	295,6	1,4	2,7		
		1,8	11,0	91,1	353,2	0,7	2,0		
	Verão	0,9	1,2	15,4	73,4	16,6	18,8		
	Outono	1,3	1,3	13,5	54,3	11,1	17,3		
		1,8	1,0	11,5	34,1	14,2	22,5		
Hidroponia	Primavera	0,9	8,3	41,4	200,8	0,9			
	Verão	1,3	5,9	29,5	118,6	1,6			
		1,8	7,2	35,0	138,5	1,0			
	Verão	0,9	0,4	4,0	17,8	46,7			
	Outono	1,3	0,9	5,6	27,0	15,4			
		1,8	0,9	6,3	21,2	18,6			

Nota: ¹ Os nutrientes totais correspondem a soma dos macronutrientes minerais N, P, K, Ca e Mg.

² Dados para um volume de 22,5 litros.m² de substrato descartado (casca de arroz *in natura*) ao final dos ciclos de cultivo.

CONCLUSÕES GERAIS

Considerando os resultados obtidos e as condições em que os experimentos foram realizados, conclui-se que:

- Quanto maior a disponibilidade de radiação solar no período de cultivo, maior a produção de matéria fresca e seca das plantas e a sua distribuição proporcional para os frutos;
- O número de hastes por planta afeta o crescimento, a produção e a distribuição de biomassa para os frutos por unidade de área, sendo estes favorecidos no cultivo de haste única, tanto na primavera-verão como no verão-outono, nos cultivos em substrato e hidropônico do tipo NFT.
- O aumento da concentração de nutrientes da solução nutritiva promove um incremento na produção da matéria fresca e seca das plantas, no cultivo em substrato de casca de arroz "*in natura*", na primavera-verão.

- A redução da concentração de nutrientes da solução nutritiva de 100% ($1,8 \text{ dS.m}^{-1}$) para 50% ($0,9 \text{ dS.m}^{-1}$), na primavera-verão, e de 100% ($1,8 \text{ dS.m}^{-1}$) para 75% ($1,3 \text{ dS.m}^{-1}$), no verão-outono, não afeta a produção de matéria fresca e seca das plantas por unidade de área no sistema hidropônico do tipo NFT.
- Quanto mais elevada a concentração salina da solução nutritiva, maior o consumo de nutrientes, não sendo clara essa influência no consumo hídrico para as condutividades elétricas estudadas.
- A maior eficiência e rendimento da cultura associada à contaminação reduzida indicam que o cultivo em substrato de casca de arroz *in natura*, com a solução nutritiva na concentração de nutrientes de 100% ($\text{CE} = 1,8 \text{ dS.m}^{-1}$) é o mais adequado na época de primavera-verão.
- A casca de arroz *in natura* pode ser utilizada como substrato para produção de meloeiro em cultivo sem solo, mostrando-se como um ótimo material para esta finalidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAD-BERJÓN, M. Substratos para el cultivo sin suelo. In: NUEZ, F. (Coord.). **El cultivo del tomate**. Madrid, Mundi-Prensa, 1995, p.131-166.

ABAD-BERJÓN, M. & NOGUERA M.P. Los substratos en los cultivos sin suelo. In: **Manual de cultivo sin suelo**. Universidad de Almería (Edit.). p. 101-150, 1997.

ABAD-BERJÓN, M. & NOGUERA M.P. Sustratos para el cultivo sin suelo y fertirrigacion. In: CADAHIA, C. **Fertirrigacion**. Ed. Mundi-Prensa. Madri. P. 287-342. 1998.

ALARCÓN, A.L.; MADRID, R.; EGEA, C.; GUILLÉN, I. Calcium deficiency provoked by the application of different forms and concentrations of Ca^{2+} to soilless cultivated muskmelons. **Scientia Horticulturae**, v.81, p. 89-102. 1999.

ALVARENGA, M. A. R. **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. Lavras, UFLA, 2004, 400p.

AMOR, F.M.; FLORES, P.; CARVAJAL, M.; MARTÍNEZ, J.M.; NAVARRO, J.M.; CERDÁ, A. Yield responses of soilless melon and tomato to different irrigation water qualities. **Acta Horticulturae**. 2001. 559:333-338.

ANDRIOLO, J.L. **Fisiologia das culturas protegidas**. Santa Maria: UFSM, 1999. 142p.

ANDRIOLO, J.L.; DUARTE, T.S.; LUDKE, L.; SKREBSKY, C. Crescimento e desenvolvimento do tomateiro cultivado em substrato com fertirrigação. **Horticultura Brasileira**, v.15, n.1, p. 28-32, 1997.

ANDRIOLO, J.L.; LANZANOVA, M.E; WITTER, M. Produtividade de frutos de meloeiro cultivado em substrato com três soluções nutritivas. **Horticultura Brasileira**, v.21, n.3, p.478-481. 2003.

ANDRIOLO, J.L.; LUZ, G.L.da; BORTOLOTTI, O.C.; GODOI, R.dos S. Produtividade e qualidade de frutos de meloeiro cultivado em substrato com três doses de solução nutritiva. **Ciência. Rural**, v.35, n.4, p.781-787, 2005.

BACCHI, S. **Crescimento, eficiência no uso da água e dos nutrientes e relações de contaminação do meloeiro cultivado em substrato de casca de arroz**. Pelotas, 2004. 59p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) UFPel, 2004.

BARNI, V., BARNI, N.A., SILVEIRA, J.R.P. Meloeiro em estufa: duas hastes é o melhor sistema de condução. **Cienc. Rural**, 2003, v.33, n.6, p.1039-1043.

BENOIT, F. & CEUSTERMANS, N. Horticultural aspects of ecological soilless growing methods. **Acta Horticulturae**. 396:11-24, 1995.

BLEINROTH, E.W. Determinação do ponto de colheita. In: NETTO, A.G.; GAYET, J.P.; BLEINROTH, E.W.; MATALLO, M.; GARCIA, E.E.C.; GARCIA, A.E.; ARDITO, E.F.G.; BORDIN, M.R. **Melão para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita**. Brasília: EMBRAPA. 1994. p. 11-22.

BRANDÃO FILHO, J.U.T.B.; VASCONCELLOS, M.A.S. A cultura do meloeiro. In: GOTO, R.; TIVELLI, S.W. (Org.). **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais**. São Paulo, UNESP, 1998, p.257-319.

BURRAGE, S.W. Nutrient Film Technique in protected cultivation. **Acta Horticulturae**, 323:23-38, 1992.

CADAHIA-LÓPEZ, C. **Fertirrigación: cultivo de hortalizas y ornamentales**. Madrid, Mundi-Prensa, 1998. 475p.

CALLENBACH, E. **Ecologia**. São Paulo: Petrópolis. 2001. 220p.

CALVETE, E.O.; KÄMPF, A.N.; DAUDT, R.H.S. Efeito do substrato na aclimatização *ex-vitro* de morangueiro cv. Campinas, *Fragaria x ananassa* Duch. In: **Substrato para plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre, Gênese, 2000. 257-264p.

CAMACHO, M.J.C. **Avaliação de parâmetros meteorológicos em estufas plásticas na Região de Pelotas, RS**. Pelotas, 1994. 56p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) UFPel, 1994.

CAMPOS, J.P.; CASALI, V.W.D.; COUTO, F.A.A.; MIZUBUTI, A. Densidade de plantio, cultivares e adubação em tomate. **Revista de Olericultura**, Viçosa, v.17, p.31-47, 1979.

CANATO, G.H.D.; BARBOSA, J.C.; CECÍLIO, A.B. Acúmulo de macro e micronutrientes em melão rendilhado cultivado em casa de vegetação. **Horticultura Brasileira**, v.19, n.2, Suplemento CD-ROM, 2001.

CÁNOVAS MARTÍNEZ, F. Sistemas de cultivos hidropónicos. In: MILAGROS, M.F.; GÓMEZ, I.M.C. (Eds.). **Cultivo sin suelo II**. Almeria:Curso Superior de Especialización/DGIFA/FIAPA/Caja Rural de Almeria. 1999. p.207-228.

CARNEIRO FILHO, J. **Produção e qualidade de frutos de melão cantaloupe influenciadas pela poda e pelo tutoramento, em condições de estufa e de campo**. Viçosa, 2001. 102p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), UFV, 2001.

CARON, B.O.; HELDWEIN, A.B. Consumo d'água e coeficiente de cultura para o meloeiro cultivado em estufa plástica na primavera. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.8, n.1, p. 19-25. 2000.

CASTILLA PRADOS, N. Manejo del cultivo intensivo con suelo. In: NUEZ, F. (Coord.). **El cultivo del tomate**. Madrid, Mundi-Prensa, 1995. p.189-225.

CASTRO, A.C.. Formulación de la solución nutritiva: parámetros de ajuste. In: MILAGROS, M.F.; GÓMEZ, I.M.C. (Edits). **Cultivo sin suelo II**. Almeria: Curso Superior de Especialización/DGIFA/FIAPA/Caja Rural de Almeria. 1999. p. 257-266.

CERMEÑO, Z.S. **Veinte cultivos de hortalizas en invernadero**. Sevilla: Spain, 1996, 639p.

COCKSHULL, K.E.; HO, L.C. Regulation of tomato fruit size by plant density and truss thinning. **Journal of Horticultural Science**, v.70, n. 3, p. 395-407, 1995.

COMETTI, N.N. **Nutrição mineral da alface (*Lactuca sativa* L.) em cultura hidropônica – sistema NFT**. Seropédica: UFRJ. 2003. 128p. (Tese Doutorado).

COOPER, A.J. Rapid crop turn-round is possible with experimental nutrient film technique. **Grower**, 79:1048-1052, 1973.

COOPER, A.J. **The ABC of NFT**. Grower Books (Edit), London, 181p, 1979.

COSTA, N.D.; GRANGEIRO, L.C. Manejo cultural. In: SILVA, H.R. DA; COSTA, N.D. (ed) **Melão, Produção Aspectos Técnicos**. Embrapa, Brasília, 2003, 86-88p. (Frutas do Brasil; 33).

COSTA, M.A.G.; COSTA, E.C.. **Poluição ambiental: herança para gerações futuras**. Santa Maria: Orium. 2004. 256p.

DALSSASO, L.C.M. **Consumo de água e coeficientes de cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum*, M.) e do pepino (*Cucumis sativus*, L.) cultivados em estufa plástica**. Santa Maria, 1997. 84p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) UFSM, 1997.

DA SILVA, L.; PORTO, M.D.M.; KÄMPF, A.N. Características químicas e físicas de substratos à base de turfa e casca de arroz carbonizada. In: **Substrato para plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre, Gênese, 2000. 235-240p.

DE KONING, A.N.M. Growth of a tomato crop. Measurements for model validation. **Acta Horticulturae**. v. 328, p.141-146, 1993.

DUARTE, T. DA S. **Crescimento do meloeiro cultivado em substrato de casca de arroz com solução nutritiva recirculante**. Pelotas, 2006, 116p. Tese (Doutorado em Agronomia), UFPel, 2006.

FAGAN, E.D. **Regime de irrigação e densidade de frutos na produção do melão hidropônico**. Santa Maria, 2005, 60p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), UFSM, 2005.

FAQUIN, V.; FURLANI, P.R. Cultivo de hortaliças de folhas em hidroponia em ambiente protegido. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 200/201, p.99-104, 1999.

FARIA, E.C.D.; CARRIJO, O.A.; MORETTI, C.L. Avaliação de fontes de cálcio na cultura do melão tipo "Gália" sob cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**. 22:557-561, 2004.

FARIAS, C.H. de A.; SOBRINHO, J.E.; MEDEIROS, J.F. de; COSTA, M. da C.; NASCIMENTO, I.B. do; SILVA, M.C. de C. Crescimento e desenvolvimento da cultura do melão sob diferentes lâminas de irrigação e salinidade da água. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. 7:445-450, 2003.

FERMINO, M.H.; TRENTIN, A.L.; KÄMPF, A.N. Caracterização física e química de materiais alternativos para composição de substratos para plantas: 1. Resíduos industriais e agrícolas. In: **Substrato para plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre, Gênese, 2000. 241-248p.

FERNANDES, A.A.; MARTINEZ, H.E.P.; FONTES, P.C.R. Produtividade, qualidade dos frutos e estado nutricional do tomateiro tipo longa vida conduzido com um cacho, em cultivo hidropônico, em função das fontes de nutrientes. **Horticultura Brasileira**. v. 20, n.4, p.564-570, 2002.

FERNANDES, A. A. Cultivo hidropônico. In: AGUIAR, R.L; DAREZZO, R.J.; ROZANE, D.E. AGUILERA, G.A.H.; DA SILVA, D.J.H. **Cultivo em ambiente protegido: Histórico, tecnologia e perspectivas**. UFV, Viçosa, 2004, 277-298p.

FURLANI, P.R.; SILVEIRA, L.C.P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIN, V. **Cultivo hidropônico de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo. 1999. 50p. (Boletim técnico; 180).

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**. 2006. 24:175-179.

GIELING, TH.H.; BONTSEMA, J.; VAN ANTWERPEN, A.W.J.; LUKASSE, L.J.S. Monitoring and control of water and fertilizer distribution in greenhouses. **Acta Horticulturae**, 401:365-372. 1995.

GOMEZ-GUILAMON, M.L.; FLORES, R.C.; GONZALES-HERNANDEZ, J.J. El melon in invernadero. In: VALLESPER, A.N. **Melones**. Barcelona: Ediciones de Horticultura, 1997. p.67-77.

GONÇALVES, M.B.F.; SACCOL, A.G. de F. **Alimentação animal com resíduo de arroz**. Brasília, Embrapa, 1997. 70p.

GOTO R.; GUIMARÃES, V.F.; ECHER, M.DE M. Aspectos fisiológicos e nutricionais no crescimento e desenvolvimento de plantas hortícolas. In: FOLEGATTI, M.V.; CASARINI, E.; BLANCO, F.F.; BRASIL, R.P.C.DO; RESENDE, R.S. (Coord.). **Fertirrigação: flores, frutas e hortaliças**. Guaíba, Agropecuária, 2001, p.241-268.

GUSMÃO, S.A.L.; BRAZ, L.T.; BANZATTO, D.A.; GUSMÃO, M.T.A.; PÁDUA, J.G.. 2001. Densidade de plantio e cobertura do solo com filme de polietileno na produção de híbridos de melão rendilhado, cultivados em casa de vegetação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 41. **Resumos**...Brasília: SOB 2001. (CD-ROM).

HERMES, L.C.; SILVA, A.S. **Avaliação da qualidade das águas: manual prático**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 2004. 55p.

HERNÁNDEZ, C.; BUSTOS, V.; ZAMUDIO, N. Fertirrigación del melón bajo invernadero plástico. **Revista Industrial y Agrícola de Tucumán**, v.72, n. 1-2, p. 1-4. 1995.

HEUVELINK, E. Effect of plant density on biomass allocation to the fruits in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Scientia Horticulturae**, v. 64, p. 193-201, 1995.

JEANNEQUIN, B. Conduite de la fertilization des cultures hors sol em maraichage. **PHM Reveu Horticole**, v.275, p. 19-28, 1987.

JENSEN, M.H.; COLLINS, W.L. Hydroponic vegetable production. In: JANICK, J. (Edits). **Horticultural Reviews**, v. 7, Westport, p. 483-558, 1985.

KATAYAMA, M. Nutrição e adubação de melão e melancia. In: FERREIRA, M.E.; CASTELLANE, P.D.; CRUZ, M.C.P. (Ed). **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba, POTAFOS, 1993. p.219-226.

KREIJ, C.DE. Latest insights into water and nutrient control in soilless cultivation. **Acta Horticulturae**, 408:47-61, 1995.

LARA, A.E. Los cultivos sin suelo y el medio ambiente. In: MILAGROS MF; GÓMEZ IMC (Edits). **Cultivo sin suelo II**. Almeria: Curso Superior de Especialización/DGIFA/FIAPA/Caja Rural de Almeria. p. 333-347, 1999.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: RIMA. 531p, 2000.

LÓPEZ-GALVEZ, J. & NAREDO, J.M. **Sistemas de producción e incidência ambiental del cultivo em suelo enarenado y em sustratos**. Madrid, Fundación Argentaria, 1996. 294p.

LÓPEZ-GALVEZ, J. & PEIL, R.M.N. La modernidad del sistema de producción horticola en el sudeste español. **Plasticulture**, 119:44-81. 2000.

LORENZO-MÍNGUEZ, P. Los factores ambientales en el manejo de los cultivos sin suelo. In: MILAGROS, M.F.; GÓMEZ, I.M.C. (Edits). **Cultivo sin suelo II**. Almeria: Curso Superior de Especialización/DGIFA/FIAPA/Caja Rural de Almeria. p. 149-172, 1999.

MACÊDO, J.A.B. de. **Águas & águas**. São Paulo: Varela. 2001. 505p.

MAGÁN-CAÑADAS, J.J. Sistemas de cultivo en sustrato: a solución perdida y con recirculación del lixiviado. In: MILAGROS MF; GÓMEZ IMC (Edits). **Cultivo sin suelo II**. Almeria: Curso Superior de Especialización/DGIFA/FIAPA/Caja Rural de Almeria. p. 173-205, 1999.

MAGÁN-CAÑADAS, J.J.; ROMERA, M.P.; CANOVAS, F.; FERNANDES, E. Ahorro de agua y nutrientes mediante un sistema de cultivo sin suelo con reuso del drenaje en tomate larga vida. In: Congreso Nacional de Riegos. Murcia, 1999. **Actas**. p:186-193. 1999.

MARCELIS, L.F.M. Fruit growth and biomass allocation to the fruits in cucumber. 2. Effect of irradiance. **Scientia Horticulturae**. v. 54, p.123-130, 1993.

MARCELIS, L.F.M. Effect of fruit growth, temperature and irradiance on biomass allocation to the vegetative parts of cucumber. **Netherlands Journal of Agri. Sci.**, v. 42, p.115-123., 1994.

MARCELIS, L.F.M.; DE KONING, A.N.M. Biomass partitioning in plants. Crop growth. In: BAKKER. J.C., BOT, G.P.A., CHALLA, H., VAN de BRAAK, N.J. (Edits). **Greenhouse climate control: an integrated approach**. Wageningen Pers, Wageningen, p. 84-92, 1995.

MARTINEZ, H.E.P.; BARBOSA, J.G. **O cultivo de flores sob hidroponia**. Viçosa: UFV, 1996. 25p. (Boletim de Extensão; 38).

MARTINEZ, H.E.P.; SILVA FILHO, J.B.da. **Introdução ao cultivo hidropônico de plantas**. Viçosa: UFV, 2004, 111p.

MARTINEZ, H.E.P. **Manual Prático de Hidroponia**. Viçosa, Aprenda Fácil, 2005. 271p.

MARTÍNEZ, F.C. Sistemas de cultivo hidropônicos. In: MILAGROS, M.F.; GÓMEZ, I.M.C. (Edits). **Cultivo sin suelo II**. Curso Superior de Especialización. Almeria: DGIFA-FIAPA – Cajá Rural de Almeria. 1999, 2ed. P. 207-228.

MARTINS, S.R.; PEIL, R.M.; SCHWENGBER, J.E.; ASSIS, F.N.; MENDEZ, M.E.G. Produção de melão em função de diferentes sistemas de condução de plantas em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**. 1998. 16:24-30.

MARUYAMA, W.I.; BRAZ, L.T.; CECÍLIO FILHO, A.B. Condução de melão rendilhado sob cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.18, n.3, p.175-178, 2000.

MEDEIROS, S.L.P.; FAGAN, E.B.; SANTOS, O.S.; HAUT, V.; BORCIONI, E.; LUZ, G.L.; SIMON, J.; JASNIEWICZ, L.R.; SINCHACK, S.S.F. **Cultivo hidropônico do meloeiro**. Santa Maria: UFSM. 2004. 8p. (Informe técnico; 3).

MIRANDA, F.R.DE.; BLEICHER, E. **Evapotranspiração e coeficiente de cultivo e de irrigação para a cultura do melão (Cucumis melo L.) na Região Litorânea do Ceará**. Fortaleza: EMBRAPA, 2001. 17p. (EMBRAPA Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 2).

MONTEZANO, E.M. **Eficiência no uso da água e dos nutrientes e relações de contaminação de cultivos de alface em sistema hidropônico**. Pelotas, 2003, 60p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), UFPel, 2003.

MORAES, C.A.G.; FURLANI, P.R. Cultivo de hortaliças de frutos em hidroponia em ambiente protegido. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 200/201, p. 105-113, 1999.

PÁDUA, J.G.; BRAZ, L.T.; CECÍLIO FILHO, A.B.; CHIKITANE, K.S. Desempenho de cultivares de melão rendilhado em cultivo hidropônico sob condições de verão e inverno. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 41. **Resumos...** Brasília: SOB, 2001. (CD-ROM).

PAPADOPOULOS, A.P.; ORMROD, D.P. Plant spacing effects on yield of the greenhouse tomato. **Canadian Journal of Plant Science**. N. 70, p. 297-304, 1990.

PAPADOPOULOS, A.P.; PARARAJASINGHAM, S. The influence of plant spacing on light interception and use in greenhouse tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.): a review. **Scientia Horticulturae**, n. 69, p. 1-29, 1997.

PAPADOPOULOS, I. Fertirrigação: situação atual e perspectivas para o futuro. In: FOLEGATTI, M.V. (coord.) **Fertirrigação: citrus, flores, hortaliças**. Guaíba: Agropecuária, p. 11-154, 1999.

PEDROSA, J.F.; TORRES FILHO, J.; MEDEIROS, I.B. DE. Poda e densidade de plantio em melão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.9, n.1, 1991, p.18-20.

PEIL, R.M.N. **Radiación solar interceptada y crecimiento del pepino cultivado en NFT**. Almería: Universidad de Almería. 2000. 210p. (Tese Doutorado).

PEIL, R.M.N.; BOONYAPORN, S.; SAKUMA, H.; Effect of different kind of media on the growth of tomato in soilless cultura. **Reports on experiments in vegetable crops production course: text book**. Tsukuba International, Agricultural Training Centre, n.53, 1994.

PEIL, R.M.N.; LÓPEZ-GALVEZ, J.; MARTÍN, A . Cultivo de pepino con técnica de solución nutritiva recirculante. In: Congreso Ibérico sobre gestión y planificación de aguas, Zaragoza, septiembre de 1998. **Actas...**(CD rom), n208, 9pp. 1998.

PEIL, R.M.N.; LÓPEZ-GALVEZ, J.; VITA QUESADA, G. Nuevas técnicas de producción en invernadero: cultivo de la judía verde en sistema NFT. V FITECH Jornadas sobre Plásticultura/CEPLA/IBERFLORA. Valencia, 13 y 14 de octubre. **Anales...**p:1-13. 1999.

PEIL, R.M.N.; LÓPEZ-GALVEZ, J. Cultivo del tomate con la técnica de la lámina de nutrientes (NFT), em el Sudeste español. In: Congreso Iberoamericano de Aplicación de los Materiales Plásticos utilizados em Agricultura, Ciudad de Panamá, 22 al 24 de septiembre, **Actas...**p:124-139. 1999.

PEIL, R.M.N.; LÓPEZ-GALVEZ, J. Cultivo del tomate con la técnica de la lámina de nutrientes (NFT), em el Sudeste español. In: Congreso Iberoamericano de Aplicación de los Materiales Plásticos utilizados em Agricultura, Ciudad de Panamá, 22 al 24 de septiembre, **Actas...**p:124-139. 1999.

PEREIRA, C.; MARCHI, G. **Cultivo comercial em estufas**. Guaíba, Agropecuária, 2000, 118p.

PES, J.H.F. **O mercosul e as águas: a harmonização, via mercosul, das normas de proteção às águas transfronteiriças do Brasil e Argentina**. Santa Maria: UFSM. 2005. 104p.

PINTO, J.M.; SOARES, J.M.; CHOUDHURY, E.N. et al. Efeito do período de frequência de fertirrigação na produção do melão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, n.9, p. 1345-1350. 1994.

POSADAS-SÁNCHEZ, F. Propiedades y características de los substratos. Turba y fibra de coco. In: FERNÁNDEZ, M.F.; GÓMEZ, I.M.C. **Cultivos sin suelo II**. Dirección General de Investigación y Formación Agraria/ Fundación para la Investigación Agraria en la Provincia de Almería/ Caja Rural de Almería (Edits.). Curso Superior de Especialización, v. 5, p. 65-92, 1999.

PURQUERIO, L.F.V.; CECÍLIO FILHO, A.B.; BARBOSA, J.C. Efeito da concentração de nitrogênio na solução nutritiva e do número de frutos por planta sobre a produção do meloeiro. **Horticultura Brasileira**. Brasília. 2003. 21:185-190.

RAMOS, J.M.C. El cultivo de melón en hidroponia. In: FERNÁNDEZ, M.F.; GÓMEZ, I.M.C. **Cultivos sin suelo II**. Dirección General de Investigación y Formación Agraria/ Fundación para la Investigación Agraria en la Provincia de Almería/ Caja Rural de Almería (Edits.). Curso Superior de Especialización, v. 5, p. 535-561, 1999.

RAVIV, M.; REUVENI, R.; KRASNOVSKY, A.; MEDINA, SH. Recirculation of rose drainage water under semi-arid conditions. **Acta Horticulturae**, 401:427-433, 1995.

REGO, A.M. Doenças causadas por fungos em cucurbitáceas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 17, n. 182, p.48-54, 1995.

RESH, H.M. **Cultivos hidropônicos: nuevas técnicas de producción**. 4^a ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1997. 509p.

RINCÓN SÁNCHEZ, L.; SÁEZ SIRONI, J.; PÉREZ CRESPO, J.A.; MADRID, R. Growth and nutrient absorption by muskmelon crop under greenhouse conditions. **Acta Horticulturae**, v.458, n.3, p. 153-159. 1998.

RÖBER, R. Substratos hortícolas: possibilidades e limites de sua composição e uso; exemplos da pesquisa, da indústria e do consumo. In: KÄMPF A.N. **Substrato para plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre, Gênese, 2000. 123-138p.

RODRIGUES, L.R.F. **Técnicas de cultivo hidropônico e de controle ambiental no manejo de pragas, doenças e nutrição vegetal em ambiente protegido**. Jaboticabal, Funep, 2002. 762p.

ROSA, M.DE F.; BEZERRA, F.C.; CORREIA, D.; SANTOS, F.J.DE S.; ABREU, F.A.P.DE.; FURTADO, A.A.L.; BRÍGIDO A.K.L.; NORÕES, E.R.DE V. **Utilização da casca de coco como substrato agrícola**. Fortaleza, Embrapa, 2002, 24p. (Documentos 52).

SALLES, R.F. de M. Fisiologia de produção de olerícolas. In: WACHOWICZ CM; CARVALHO RIN de. **Fisiologia Vegetal: produção e pós-colheita**. Curitiba: Champagnat. p.183-203, 2002.

SCHRODER, F.G.; SCHWARZ, D.; KUCHENBUCH, R. Comparison of biomass production of tomatoes grown in two circulating systems. **Gartenbauwissenschaft**, 60(6):294-297, 1995.

SCHVAMBACH, J.L.; ANDRIOLO, J.L.; HELDWEIN, A.B. Produção e distribuição da matéria seca do pepino para conserva em diferentes populações de plantas. **Ciência Rural**. V.32, n.1, 2002. p.35-41.

SCHWARZ, M. **Soilles culture management**. B.L.McNEAL, F. TARDIEU, H. VAN KEULEN (Edits). Springer-Verlag, 197p. 1995.

SILVA, H.R.; MAROUELLI, W.A.; SILVA, W.L.C.; SILVA, R.A.; OLIVEIRA, L.A.; RODRIGUES, A.G.; SOUZA, A.F.; MAENO, P. **Cultivo do meloeiro para o norte de Minas Gerais**. Brasília, Embrapa-SPI, 2000, 20p. (Circular técnica, 20).

SOARES, I. **Alface: cultivo hidropônico**. (Série didática, 7). Fortaleza: UFC. 2002. 50p.

SOUZA, V.F. de.; RODRIGUES, B.H.N.; ATHAYDE SOBRINHO, C.; COELHO, E.F.; VIANA, F.M.P.; SILVA, P.H.S. da. **Cultivo do meloeiro sob fertirrigação por gotejamento no meio-norte do Brasil**. Teresina: Embrapa Meio-Norte. 1999. 68p. (Circular técnica, 21).

STANGHELLINI, C. **Transpiration of greenhouse crops. an aid to climate management**. Wageningen: Agricultural University. 1987. 150p. (Tese Doutorado).

STEIJN, B. **Training course on soilless cultivation of vegetables**. Wageningen: ISOSC, 79p. 1995.

STRASSBURGER, A.S. **Crescimento da abobrinha italiana cultivada em substrato de casca de arroz in natura com recirculação da solução nutritiva em duas estações de cultivo**. Pelotas: UFPel. 2007. 108p. (Dissertação Mestrado).

TUNDISI, J.G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. São Carlos: RIMA. 2003. 248p.

URRESTARAZU-GAVILAN, M. Bases y sistemas de los cultivos sin suelo. In: URRESTARAZU-GAVILAN, M. **Manual de cultivo sin suelo**. Almeria, 1997, 23-64p.

VALANDRO, J. **Respostas fisiológicas do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivado em substrato sob diferentes níveis hídricos em ambiente protegido**. Pelotas: UFPel. 49p. (Tese Doutorado), 2003.

VALANTIN, M.; GARY, C.; VAISSIÉRI, B.E.; FROSSARD, J.S. Effect of load on partitioning of dry matter and energy in cantaloupe (*Cucumis melo* L.). **Annals of Botany**. 1999. 84: 173-181.

VAN DER VOOREN, J.G.; WELLES, W.H.; HAYMAN, G. Glasshouse crop production. In: ATHERTHON, J.G.; RUDICH, J. (Ed). **The tomato crop**. London, Chapman and Hall, 1986, p. 563-581.

VAN OS, E.A. RUIJS, M.N.A., VAN WEEL, P.A. Closed business system for less pollution from greenhouse. **Acta Horticulturae**, 294:49-57, 1991.

VAN OS, E.A. Closed soilless growing systems in the Netherlands: the finishing touch. **Acta Horticulturae**, 458:279-291, 1998.

VAN OS, E.A. & BENOIT, F. State of the art of dutch and belgian greenhouse horticulture and hydroponics. **Acta Horticulturae**., v. 481, p. 765-767, 1999.

VILLAS BOAS, R.L.; ANTUNES, C.L.; BOARETTO, A.E.; SOUSA, V.F.DE; DUENHAS, L.H. Perfil da pesquisa e emprego da fertirrigação no Brasil. In: FOLEGATTI, M.V.; CASARINI, E.; BLANCO, F.F.; BRASIL, R.P.C.DO; RESENDE, R.S. (Coord.). **Fertirrigação: flores, frutas e hortaliças**. Guaíba, Agropecuária, 2001, p.71-103.

VILLELA JUNIOR, L.E.V.; ARAÚJO, J.A.C. DE; FACTOR, T.L.; VILLELA, L.G.V. Qualidade do melão produzido em condições hidropônicas em sistemas aberto (com substrato e fechado (tipo NFT)). **Horticultura Brasileira**, v.19, n.2, Suplemento CD-ROM, 2001.

APÊNDICES

APÊNDICE A

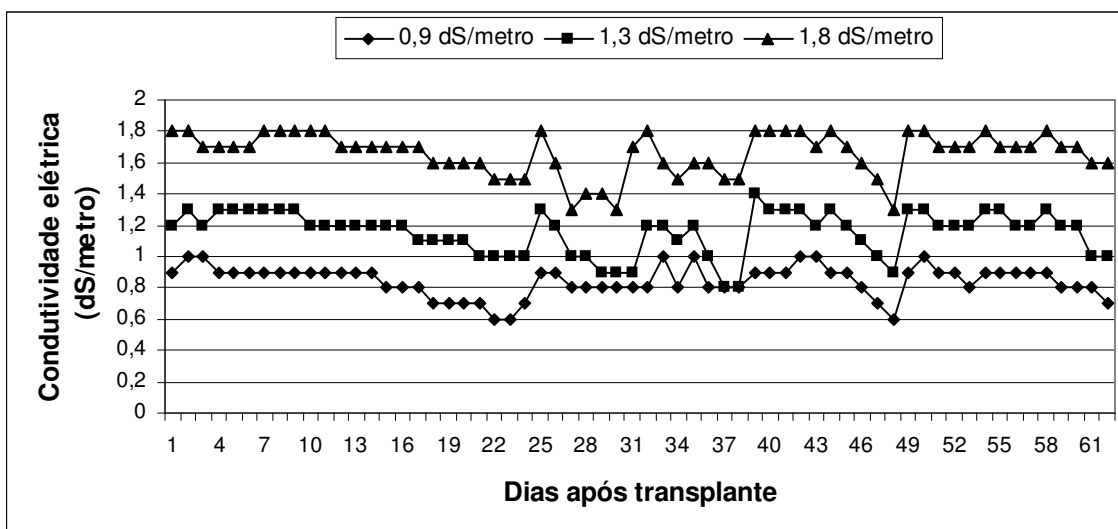


Figura 1A – Variação da condutividade elétrica da solução nutritiva drenada nas três concentrações de nutrientes iniciais (0,9; 1,3 e 1,8 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$) durante o ciclo de cultivo do meloeiro em substrato de casca de arroz *in natura*, no cultivo de primavera-verão. UFPel, Pelotas, RS, 2005.

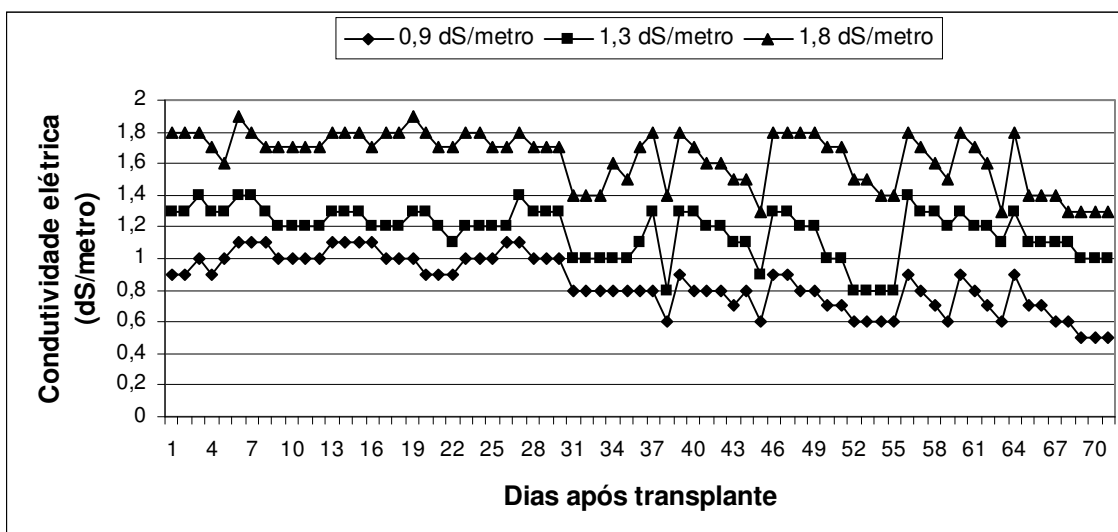


Figura 2A – Variação da condutividade elétrica da solução nutritiva drenada nas três concentrações de nutrientes iniciais (0,9; 1,3 e 1,8 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$) durante o ciclo de cultivo do meloeiro em substrato de casca de arroz *in natura*, no cultivo de verão-outono. UFPel, Pelotas, RS, 2005.

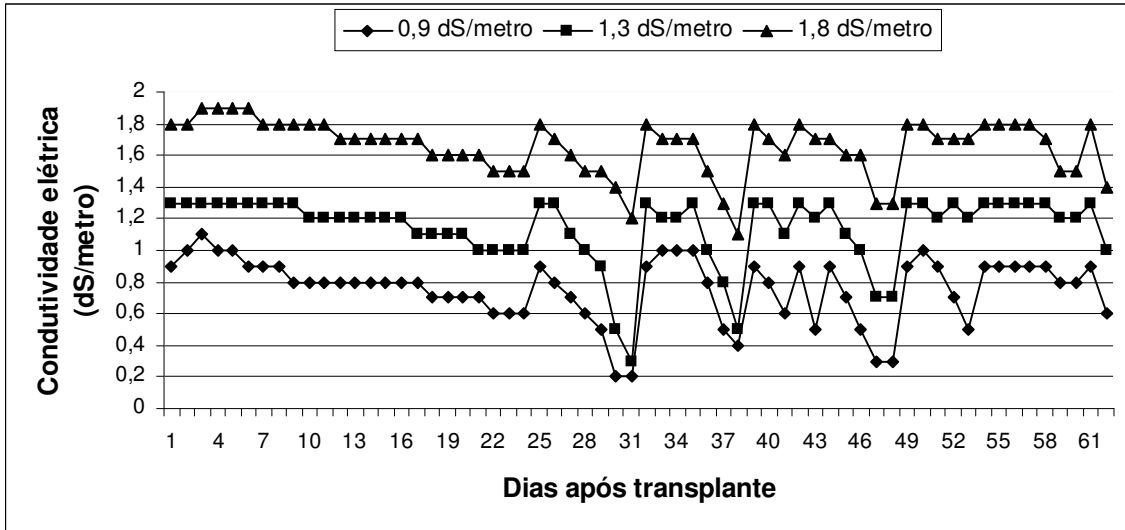


Figura 3A – Variação da condutividade elétrica da solução nutritiva drenada nas três concentrações de nutrientes ($0,9$; $1,3$ e $1,8$ $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$) durante o ciclo de cultivo do meloeiro em sistema hidropônico, no cultivo de primavera-verão. UFPel, Pelotas, RS, 2005.

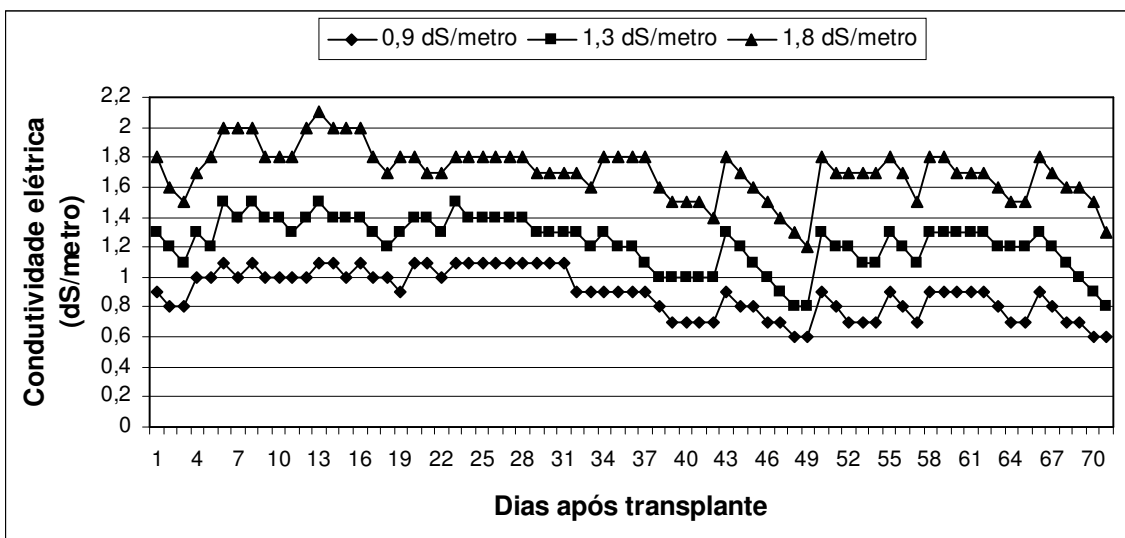


Figura 4A – Variação da condutividade elétrica da solução nutritiva drenada nas três concentrações de nutrientes ($0,9$; $1,3$ e $1,8$ $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$) durante o ciclo de cultivo do meloeiro em sistema hidropônico, no cultivo de verão-outono. UFPel, Pelotas, RS, 2005.

APÊNDICE B

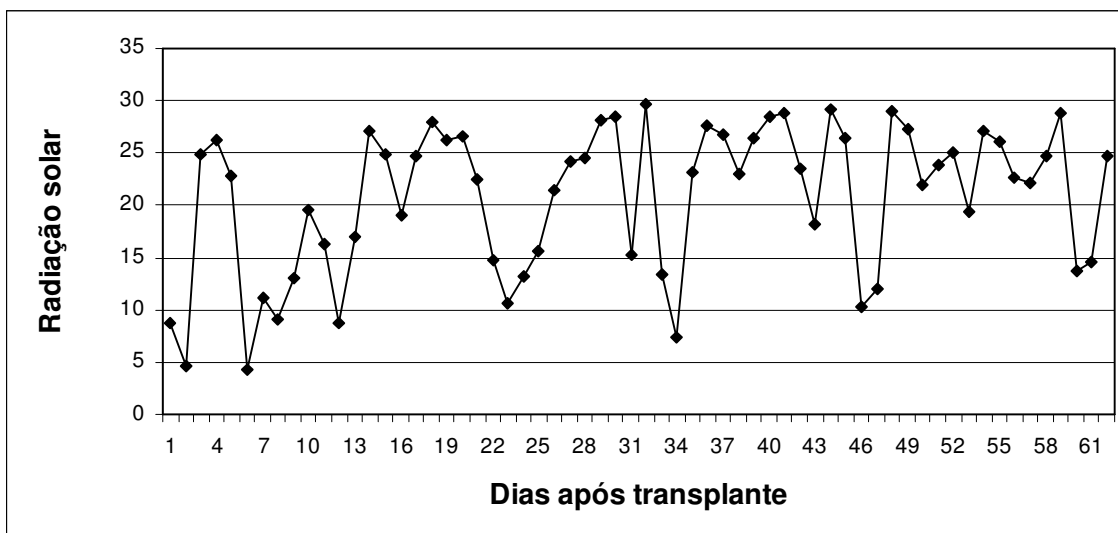


Figura 1B – Evolução da radiação solar global externa ($\text{MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$) durante o ciclo do meloeiro no cultivo de primavera-verão (04/11/2004 a 04/01/2005). UFPel, Pelotas, RS, 2005.

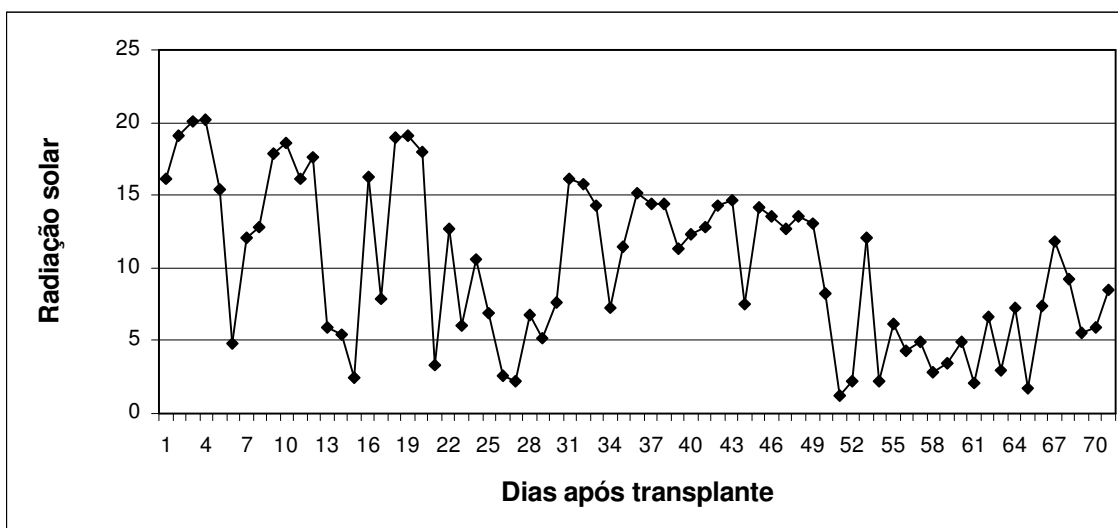


Figura 2B – Evolução da radiação solar global externa ($\text{MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$) durante o ciclo do meloeiro, no cultivo de verão-outono (17/03/2005 a 26/05/2005). UFPel, Pelotas, RS, 2005.

APÊNDICE C

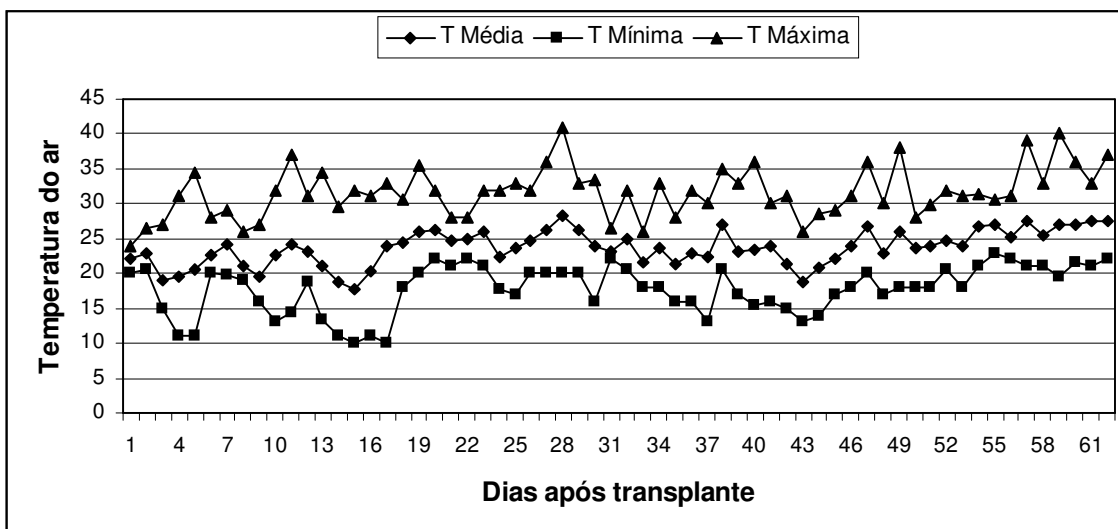


Figura 1C – Valores diários absolutos das temperaturas ($T^{\circ}\text{C}$) médias, mínimas e máximas no interior da estufa ao longo do ciclo do meloeiro na primavera-verão (04/11/2004 a 04/01/2005). UFPel, Pelotas, RS, 2005.

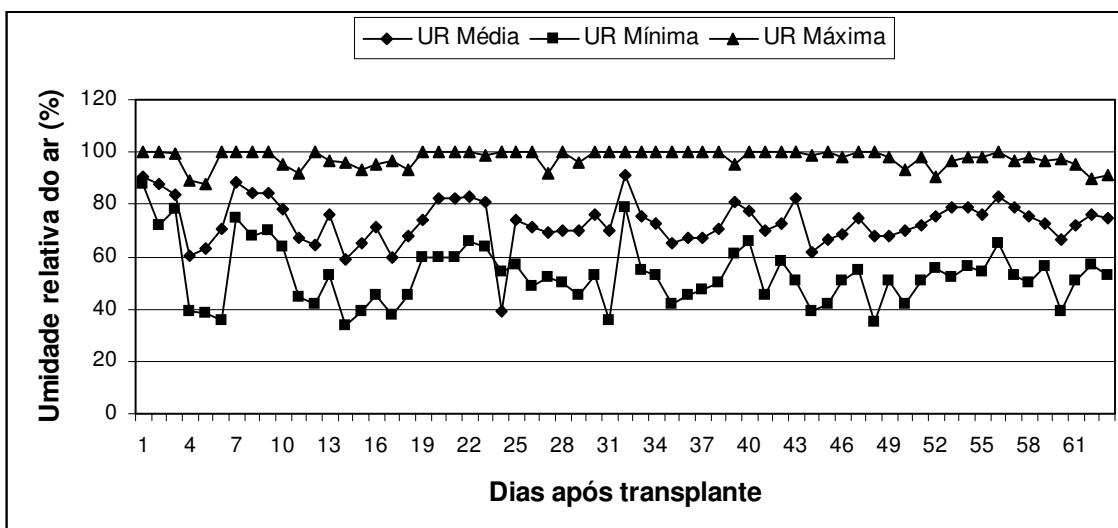


Figura 2C – Valores diários absolutos da umidade relativa do ar (UR) médias, mínimas e máximas no interior da estufa ao longo do ciclo do meloeiro na primavera-verão (04/11/2004 a 04/01/2005). UFPel, Pelotas, RS, 2005.

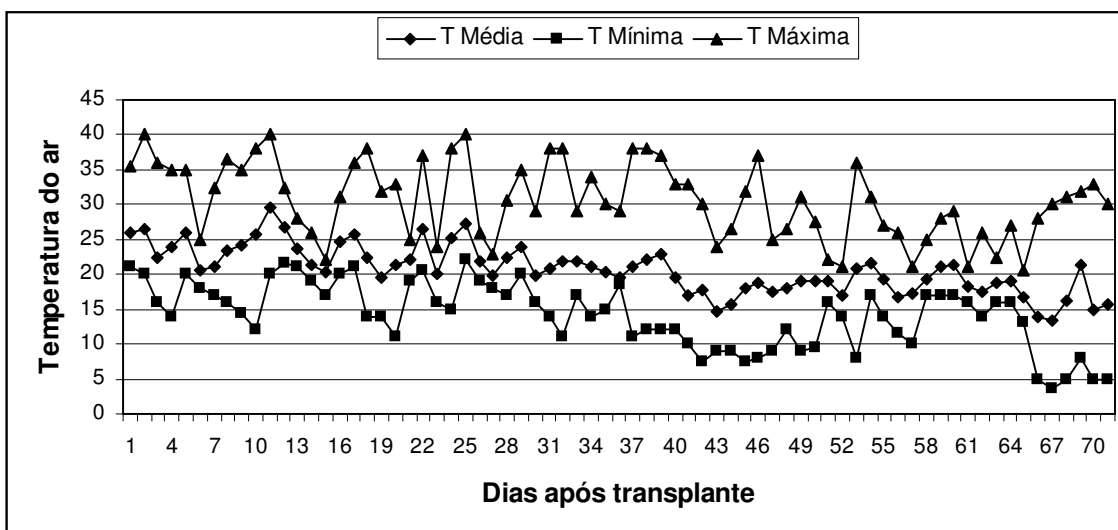


Figura 3C – Valores diários absolutos das temperaturas ($T^{\circ}\text{C}$) médias, mínimas e máximas no interior da estufa ao longo do ciclo do meloeiro no verão-outono (17/03/2005 a 26/05/2005). UFPel, Pelotas, RS, 2005.

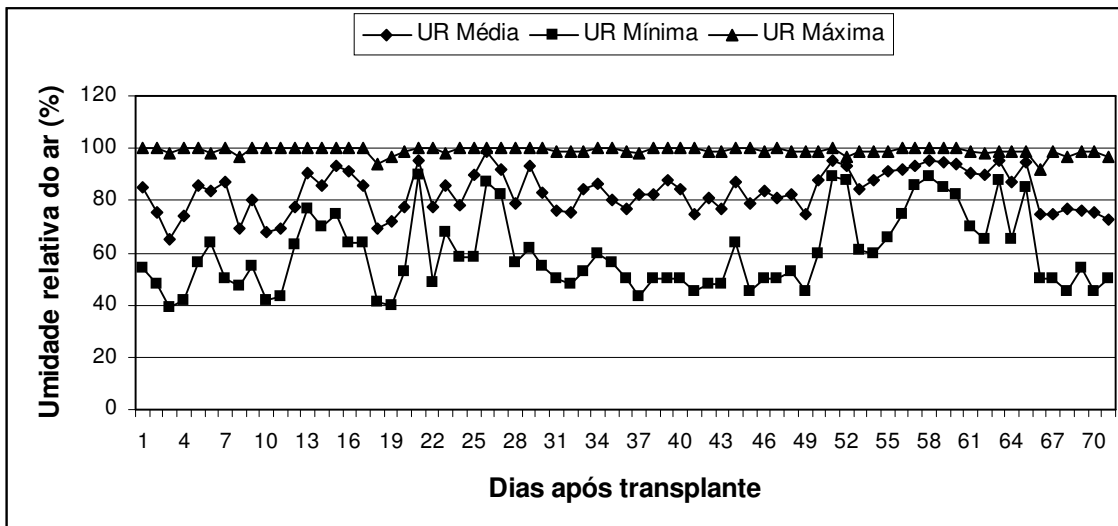


Figura 4C – Valores diários absolutos da umidade relativa do ar (UR) médias, mínimas e máximas no interior da estufa ao longo do ciclo do meloeiro no verão-outono (17/03/2005 a 26/05/2005). UFPel, Pelotas, RS, 2005.

APÊNDICE D

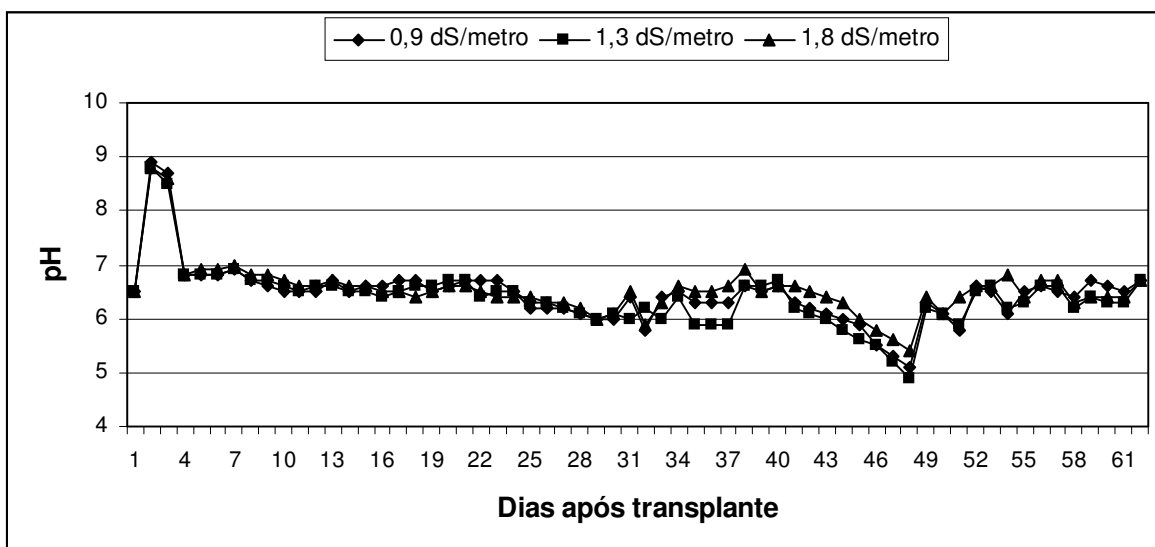


Figura 1D – Variação do pH da solução nutritiva drenada nas três concentrações de nutrientes iniciais (0,9; 1,3 e 1,8 dS.m⁻¹) durante o ciclo de cultivo do meloeiro em substrato de casca de arroz *in natura*, no cultivo de primavera-verão. UFPel, Pelotas, RS, 2005.

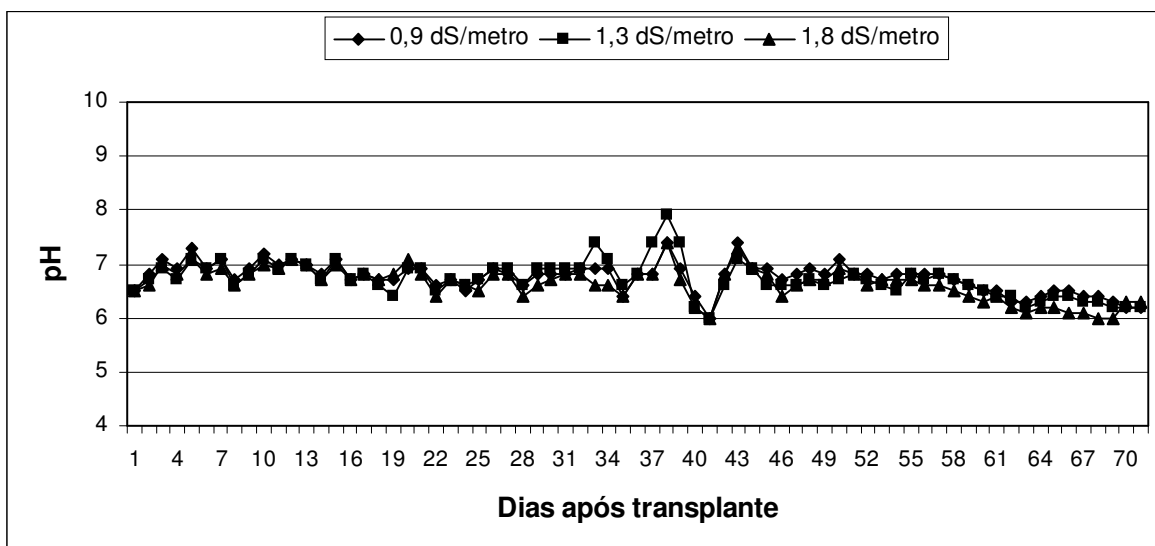


Figura 2D – Variação do pH da solução nutritiva drenada nas três concentrações de nutrientes iniciais (0,9; 1,3 e 1,8 dS.m⁻¹) durante o ciclo de cultivo do meloeiro em substrato de casca de arroz *in natura*, no cultivo de verão-outono. UFPel, Pelotas, RS, 2005.

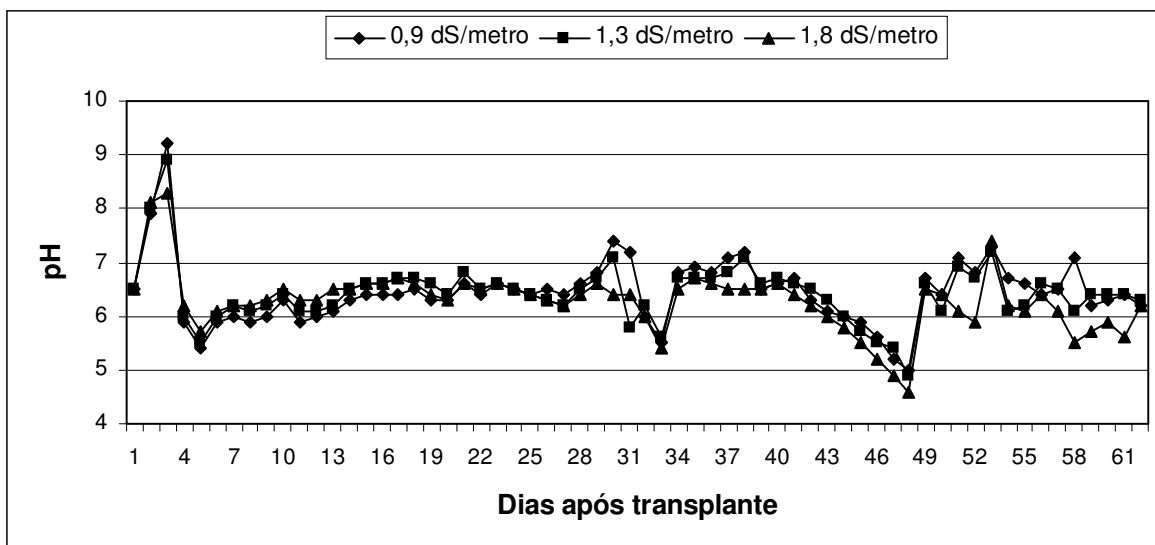


Figura 3D – Variação do pH da solução nutritiva drenada nas três concentrações de nutrientes (0,9; 1,3 e 1,8 dS.m⁻¹) durante o ciclo de cultivo do meloeiro em sistema hidropônico do tipo NFT, no cultivo de primavera-verão. UFPel, Pelotas, RS, 2005.

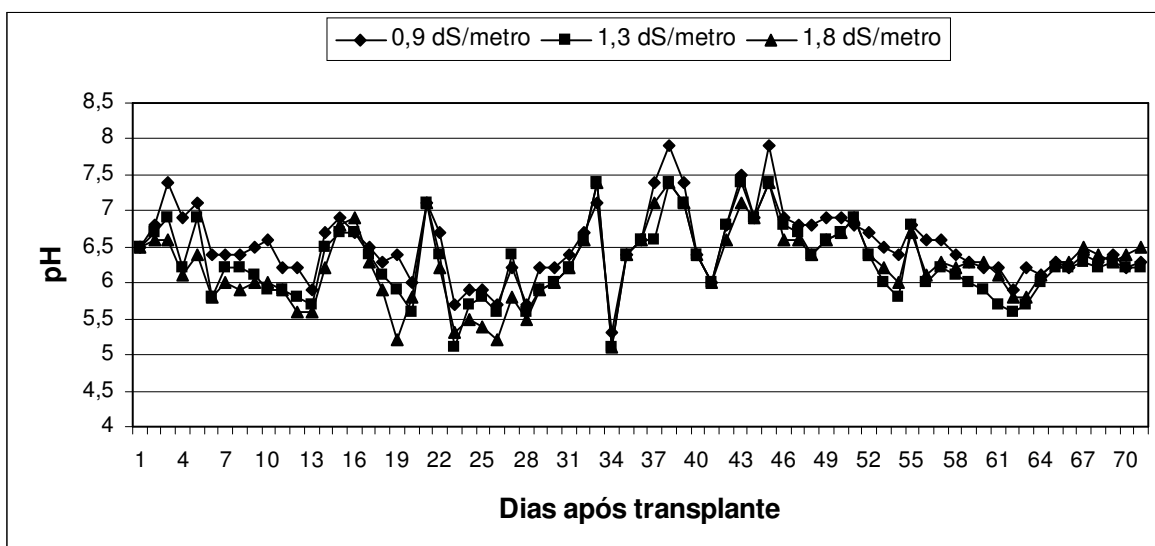


Figura 4D – Variação do pH da solução nutritiva drenada nas três concentrações de nutrientes (0,9; 1,3 e 1,8 dS.m⁻¹) durante o ciclo de cultivo do meloeiro em sistema hidropônico do tipo NFT, no cultivo de verão-outono. UFPel, Pelotas, RS, 2005.